

KDS 41 12 00 : 2022

건축물 설계하중 풍하중 관련

2022년 10월 11일 개정
<http://www.kcsc.re.kr>

KC CODE

<풍하중 및 풍동실험개정법규주요내용요약본>

5.1.4 특별풍하중

- (1) 다음의 ①~⑥ 중 하나의 조건에 해당하는 경우에는 바람으로 인하여 건축구조물에 발생하는 특수한 영향들을 고려하기 위해 5.17(풍동실험)에 따라 주골조설계용 풍하중과 외장재설계용 풍하중을 산정하여야 한다. 기본적으로 주골조설계용 풍하중은 풍력실험 결과를 이용하여 산정하고, 외장재설계용 풍하중은 풍압실험 결과를 이용하여 산정한다. 단, 신축건축구조물과 형상, 규모 및 주변 환경이 유사하고 풍하중효과에 대한 검증된 문헌이 있을 때에는 그것을 사용하여 풍하중을 산정할 수 있다.

5.17 풍동실험

5.17.1 적용범위

- (1) 이 절은 건축구조물이 5.1.4(특별풍하중)의 조건에 해당되는 경우 적용한다.
- (2) 이 풍동실험법은 5.2(주골조설계용 수평풍하중), 5.3(주골조설계용 지붕풍하중), 5.4(외장재설계용 풍하중), 5.9 (구조골조용 풍직각방향풍하중), 5.10 (구조골조용 비틀림풍하중), 5.11(건축구조물 부속물 및 기타 구조물의 풍하중) 및 5.14(간편법에 따른 풍하중)을 대신하여 건축구조물에 대한 풍압, 풍하중 및 풍응답을 평가할 때 사용한다. 풍환경실험은 5.16(빌딩풍에 대한 풍환경의 검토)에 사용한다.

<풍하중 및 풍동실험 개정 법규 원본>

5. 풍하중

5.1 일반

5.1.1 적용범위

- (1) 이 장은 강풍이 작용하였을 때 설계대상 골조 또는 외장재가 탄성적으로 거동하는 것을 전제로 한 최소풍하중을 산정하는 경우에 적용한다.
- (2) 주골조설계용 풍하중은 건축구조물의 주골조를 설계하는 경우에 적용하고, 외장재설계용 풍하중은 외장재와 이를 지지하는 부골조(이하 외장재 등이라 한다)의 설계에 적용한다.

5.1.2 기본방침

- (1) 풍하중은 주골조설계용 수평풍하중·지붕풍하중과 외장재설계용 풍하중으로 구분한다.
- (2) 주골조설계용 수평풍하중은 풍방향풍하중, 풍직각방향풍하중, 비틀림풍하중으로 구분하여 산정한다.
- (3) 설계풍속은 5.5.2(기본풍속)에 5.5.3(풍향계수), 5.5.4(풍속고도분포계수), 5.5.5(지형계수) 및 건축구조물의 중요도 분류에 따라 정한 5.5.6(중요도계수)를 곱하여 산정한다.
- (4) 기준높이는 통상적인 건축구조물에서는 지붕의 평균높이로 하며, 이 기준높이에서의 속도압을 기준으로 풍하중을 산정한다.
- (5) 풍하중을 산정할 때에는 각 건축구조물 표면의 양면에 작용하는 풍압의 벡터합으로 한다.
- (6) 주골조설계용 풍하중은 5.5(속도압), 5.6(가스트영향계수), 5.7(주골조설계용 풍압계수, 풍력계수)에 풍하중의 산정 목적에 따라 적절하게 정한 수압면적을 곱하여 산정한다. 단, 5.7.2(내압계수)의 영향도 고려한다.
- (7) 외장재설계용 풍하중은 5.5(속도압)과 5.8(외장재설계용 피크풍압계수)에 풍하중의 산정 목적에 따라 적절하게 정한 수압면적을 곱하여 산정한다. 단, 5.8.2(피크내압계수)의 영향도 고려한다.
- (8) 5.1.4(특별풍하중)에 해당하는 경우에는 바람으로 인하여 건축구조물에 발생하는 특수한 영향들을 고려하여 풍하중을 산정하여야 한다. 단, 평면형상이 사각형이고 높이방향으로 일정한 건축구조물이면서 인접건물이 없는 경우에는 5.9(주골조설계용 풍직각방향풍하중) 및 5.10(주골조설계용 비틀림풍하중)에 따라 풍하중을 산정한다. 평면형상이 원형인 경우에는

5.11(와류진동 풍하중)에 따라 풍하중을 산정한다.

- (9) 풍진동으로 발생하는 수평변위 및 응답가속도에 대한 사용성은 5.14(사용성 검토)에 따른다. 이 때 수평변위는 5.14.3(1)①의 재현기간 50년 설계풍속을 적용하여 산정하고, 응답가속도는 5.14.3(2)①의 재현기간 1년 설계풍속을 적용하여 산정한다.
- (10) 작은 규모의 건축구조물인 경우에는 5.15(간편법에 따른 풍하중)에 따라 풍하중을 산정할 수 있다.
- (11) 빌딩풍 등의 영향이 우려되는 건축구조물을 건설하는 경우에는 5.16(빌딩풍에 대한 풍환경의 검토)에 따라 풍환경 평가를 실시하고 그 영향을 검토한다.
- (12) 피로손상 등의 누적되는 하중효과는 5.18(바람의 작용시간)을 고려하여 검토한다.
- (13) 풍동실험을 수행하여 강풍으로 발생하는 건축구조물의 진동 및 변위에 대한 사용성과 풍하중에 대한 구조안전성에 대해 다양한 목표성능수준을 만족하도록 건축구조물을 설계하고자 할 때는 5.19(성능기반 내풍설계)을 적용할 수 있다.

5.1.3 설계하중조합 시의 풍하중계수

(1) 강도설계

풍하중은 10분간 평균풍속의 재현기간 500년에 대한 값을 기본으로 산정한다. 이 값은 강도설계의 극한값에 해당한다. 따라서 강도설계의 하중조합에서 풍하중계수는 1.0이다.

(2) 허용응력설계

허용응력설계(재현기간 50년)의 풍하중은 강도설계로 산정한 값에 풍하중계수 0.65를 곱한다.

5.1.4 특별풍하중

- (1) 다음의 ①~⑥ 중 하나의 조건에 해당하는 경우에는 바람으로 인하여 건축구조물에 발생하는 특수한 영향들을 고려하기 위해 5.17(풍동실험)에 따라 주골조설계용 풍하중과 외장재설계용 풍하중을 산정하여야 한다. 기본적으로 주골조설계용 풍하중은 풍력실험 결과를 이용하여 산정하고, 외장재설계용 풍하중은 풍압실험 결과를 이용하여 산정한다. 단, 신축건축구조물과 형상, 규모 및 주변 환경이 유사하고 풍하중효과에 대한 검증된 문헌이 있을 때에는 그것을 사용하여 풍하중을 산정할 수 있다.

① 풍진동의 영향을 고려해야 할 건축구조물

형상비 $H/\sqrt{A_f}$ 가 크고 유연한 건축구조물일 경우에는 풍직각방향진동, 비틀림진동, 와류진동, 공기력불안정진동 등과 같은 특이한 진동이 발생하므로 다음의 각 조건을 검토해야 한다.

가. 풍직각방향진동, 비틀림진동

식(5.1.1)의 조건에 해당하는 건축구조물에 대해서는 5.9(주골조설계용 풍직각방향풍하중) 및 5.10(주골조설계용 비틀림풍하중)에 따라 각각의 풍하중을 산정할 수 있다.

$$\frac{H}{\sqrt{A_f}} \geq 3 \quad (5.1.1)$$

여기서, H : 건축구조물의 기준높이 (m), (5.1.2(6))에 따른다)

A_f : 건축구조물의 기준층 바닥면적 (m²)

나. 와류진동, 공기력불안정진동

아래의 조건에 해당하는 건축구조물은 5.17(풍동실험) 중 풍력실험을 실시하여 와류진동 및 공기력불안정진동을 검토하고, 이들에 의해 발생하는 동적영향을 고려한 풍하중을 산정하여야 한다. 단, 건축구조물의 평면형상이 원형인 경우에는 5.11(와류진동 풍하중)에 따라 풍하중을 산정할 수 있다.

(가) 사각형평면인 건축구조물

$$\begin{aligned} \frac{H}{\sqrt{BD}} &\geq 4.0 \text{ 또는 } \frac{H}{\sqrt{A_f}} \geq 4.0 \text{ 및} \\ \frac{V_H}{n_L \sqrt{BD}} &\geq V_{Lcr}^* \text{ 또는 } \frac{V_H}{n_T \sqrt{BD}} \geq V_{Tcr}^* \end{aligned} \quad (5.1.2)$$

여기서, V_H : 건축구조물의 설계풍속 (m/s) (5.5.1에 따른다)

V_{Lcr}^* : 풍직각방향에 대한 공기력불안정진동의 무차원발진풍속으로 표 5.1-1에 따른다.

V_{Tcr}^* : 비틀림에 대한 공기력불안정진동의 무차원발진풍속으로 표 5.1-2에 따른다.

n_L : 풍직각방향진동에 대한 1차고유진동수 (Hz)

n_T : 비틀림진동에 대한 1차고유진동수 (Hz)

(나) 원형평면인 건축구조물

$$\frac{H}{D_m} \geq 7 \text{ 및 } \frac{V_H}{n_L D_m} \geq 5.0 \quad (5.1.3)$$

여기서, D_m : 높이 $2H/3$ 에서의 건축구조물의 바깥지름 (m)

V_H : 건축구조물의 설계풍속 (m/s) (5.5.1에 따른다)

표 5.1-1 사각형평면인 건축구조물의 풍직각방향 공기력불안정진동의 무차원발진풍속 V_{Lcr}^*

지표면조도구분	변장비 D/B	질량감쇠변수 $\delta_L^{*)}$	무차원발진풍속 V_{Lcr}^*
C, D	$D/B \leq 0.8$	$\delta_L \leq 26$	$0.42\delta_L$
		$\delta_L > 26$	11
	$0.8 < D/B \leq 1.5$	모든 δ_L	$0.032\delta_L + 7.3$
		$\delta_L \leq 7.5$	2.3
	$1.5 < D/B \leq 2.5$	$7.5 < \delta_L \leq 30$	12
		$\delta_L > 30$	$0.4\delta_L$
	$2.5 < D/B$	$\delta_L \leq 15$	3.7
		$\delta_L > 15$	검토 불필요
A, B	$D/B \leq 0.8$	모든 δ_L	$0.12\delta_L + 6.7$
	$0.8 < D/B \leq 1.2$		$0.019\delta_L + 8.8$
	$1.2 < D/B$		11

주) $\delta_L = 4\pi\zeta_L M / (\rho BDH)$: 풍직각방향 질량감쇠변수

여기서, B : 건축구조물의 대표폭 (m)

D : 건축구조물의 깊이 (m)

ζ_L : 풍직각방향진동의 1차감쇠비

M : 건축구조물의 총질량 (kg)

ρ : 공기밀도로 1.225 kg/m³

(다) 원형평면이 아닌 건축구조물로 풍력실험 검토 결과 공기력불안정진동이 예상되는 경우에는 공기력탄성모형을 이용한 공기력진동실험을 실시하여 부가적인 변동풍력을 고려한 풍하중을 산정하여야 한다.

표 5.1-2 사각형평면인 건축구조물의 비틀림 공기력불안정진동의 무차원발진풍속 V_{Tcr}^*

변장비 D/B	질량감쇠변수 $\delta_T^{*)}$	무차원발진풍속 V_{Tcr}^*
$D/B \leq 1.5$	$\delta_T \leq 0.05$	2
	$0.05 < \delta_T \leq 0.1$	11
	$\delta_T > 0.1$	검토 불필요
$1.5 < D/B \leq 2.5$	$\delta_T \leq 0.05$	2
	$0.05 < \delta_T \leq 0.15$	$4 + 8\delta_T$
	$\delta_T \geq 0.15$	$8.6 + 7.4\delta_T$
$2.5 < D/B \leq 5$	$\delta_T \leq 0.05$	2
	$\delta_T > 0.05$	$5 + 10.5\delta_T$

주) $\delta_T = \zeta_T M (B^2 + D^2) / (36\rho B^2 D^2 H)$: 비틀림 질량감쇠변수

여기서, B : 건축구조물의 대표폭 (m)

D : 건축구조물의 깊이 (m)

ζ_T : 비틀림진동의 1차감쇠비

M : 건축구조물의 총질량 (kg)

ρ : 공기밀도로 1.225 kg/m³

② 특수한 지붕골조

장경간의 현수, 사장, 막 지붕 등 경량이며 면외강성이 낮아 공기력불안정진동이 우려되는 지붕골조의 경우에는 5.17(풍동실험) 중 풍압실험을 실시하여 주골조설계용 지붕풍하중 및 외장재설계용 풍하중을 산정하여야 한다.

③ 골바람효과가 발생하는 건설지점

국지적인 지형 및 지물의 영향으로 골바람효과가 발생하는 곳에 건축구조물이 위치하는 경우에는 풍동실험에 의해 풍속할증의 정도를 평가하여 주골조설계용 및 외장재설계용 풍하중을 산정할 때 반영하여야 한다.

④ 인접효과가 우려되는 신축건축구조물

가. 아래의 조건에 모두 해당하는 신축건축구조물은 5.17(풍동실험) 중 풍력실험을 실시하여 풍상측 장애물(대표폭과 대표높이가 신축건축구조물과 유사하거나 큰 건축구조물)에서 발생하는 규칙적, 불규칙적인 후류버펄팅 및 와류방출로 인한 인접효과가 반영된 주골조설계용 풍하중을 산정하여야 한다. 단, 신축건축구조물의 고유진동수가 1Hz 이상일 때에는 인접효과에 따른 영향을 무시할 수 있다.

(가) 신축건축구조물들이 나란하게 또는 집단으로 배치된 경우

(나) 형상비가 3이상인 경우

(다) 신축건축구조물이 풍상측 장애물 폭의 10배 이내의 거리에 위치한 경우

나. 아래의 조건에 모두 해당하는 신축건축구조물은 5.17(풍동실험) 중 풍압실험을 실시하여 풍상측 장애물(모든 규모의 건축구조물)의 골바람효과, 후류버펄팅 및 와류방출로 인한 인접효과가 반영된 외장재설계용 풍하중을 산정하여야 한다.

(가) 신축건축구조물들이 나란하게 또는 집단으로 배치된 경우

(나) 형상비 $H/\sqrt{BD}$ 가 3이상인 경우

(다) 신축건축구조물이 풍상측 장애물 폭의 10배 이내의 거리에 위치하는 경우

(라) 신축건축구조물이 평면적으로 풍상측에 위치한 두 장애물 측면에서 박리하여 골바람효과가 발생하는 곳에 위치하는 경우 또는 입면적으로 풍상측 장애물의 후류버펄팅의 영향을 받는 곳에 위치하는 경우

⑤ 외장재의 파손에 주의해야할 건축구조물

아래의 각 조건에 해당하는 건축구조물은 5.17(풍동실험) 중 풍압실험을 실시하여 외장재설계용 풍하중을 산정하여야 한다.

가. 그림 5.5-1의 기본풍속이 34 m/s를 초과하는 지역 또는 해안가로부터 3 km 이내에 위치하는 지역에 위치한 건축구조물 가운데 중요도(특), 중요도(1)의 건축구조물로 5.8(외장재설계용 피크외압계수)를 적용할 수 없는 경우.

나. 형상비 $H/\sqrt{BD}$ 가 3이상이고 외장재가 설치된 건축구조물로 5.8(외장재설계용 피크외압계수)를 적용할 수 없는 경우

⑥ 특수한 형상의 건축구조물

풍력계수를 추정하기 어려운 특수한 형상의 건축구조물, 국부풍압이 커질 것으로 예측되는 복잡한 형상을 가진 건축구조물, 특수한 외장재를 설치한 건축구조물 등으로 이 기준을 적용할 수 없는 경우에는 5.17(풍동실험)에 따라 풍동실험을 실시하여 주골조설계용 풍하중 및 외장재설계용 풍하중을 산정하여야 한다.

5.2 주골조설계용 수평풍하중

(1) 이 절은 건축구조물의 주골조를 설계하는 경우의 수평풍하중에 대한 산정방법을 정한다. 여기서의 수평풍하중은 바람의 난류에 의한 건축구조물의 풍방향진동(버펄팅)으로 발생하는 동적하중증폭효과를 고려하여 결정한 것으로 풍방향풍하중을 산정할 때 적용하며, 다음의 모든 조건을 만족해야 한다.

① 건축구조물의 형상은 정형적이어야 한다.

② 건축구조물은 와류방출, 공기력불안정진동 등을 유발하는 응답특성을 나타내지 않아야 한다.

③ 건축구조물은 풍상측의 장애물에 의해 발생하는 골바람효과 나 후류버펄팅을 받는 곳에 위치하지 않아야 한다.

(2) 주골조설계용 풍방향풍하중 W_D 는 건축구조물의 밀폐와 개방 정도에 따라 다음과 같이 산정한다.

5.2.1 밀폐형 건축구조물 및 부분개방형 건축구조물

(1) 풍상벽, 풍하벽 또는 측벽의 지상높이 z 에서 주골조설계용 풍방향풍하중 $W_D(z)$ 는 식(5.2-1)에 따라 산정한다.

$$W_D(z) = G_D q_H (C_{pe} - C_{pi}) A \text{ (N)} \quad (5.2-1)$$

단, 주골조설계용 풍방향풍하중 $W_D(z)$ 와 5.3.1(주골조설계용 지붕풍하중) $W_R(z)$ 를 산정할 경우 모든 벽면과 지붕면에 동일한 내압계수 C_{pi} 를 동시에 적용하여야 한다.

밀폐형 건축구조물 전체에 작용하는 주골조설계용 풍방향풍하중은 $W_D(z)$ 는 식(5.2-2)에 따라 산정한다.

$$W_D(z) = G_D q_H (C_{pe1} - C_{pe2}) A \text{ (N)} \quad (5.2-2)$$

단, 원형평면을 가진 건축구조물의 경우에는 $C_{pe1} - C_{pe2}$ 대신 C_D 를 적용한다.

여기서, q_H : 기준높이 H 에 대한 설계속도압 (N/m^2) (5.5에 따른다)

G_D : 풍방향가스트영향계수 (5.6에 따른다)

C_{pe} : 풍상벽, 풍하벽 또는 측벽의 외압계수 (5.7.1에 따른다)

C_{pi} : 풍상벽, 풍하벽 또는 측벽의 내압계수 (5.7.2에 따른다)

C_{pe1} : 풍상벽의 외압계수 (5.7.1에 따른다)

C_{pe2} : 풍하벽의 외압계수 (5.7.1에 따른다)

C_D : 풍력계수 (5.7.3 (1)에 따른다)

A : 지상높이 z 에서 풍향에 수직한 면에 투영된 건축구조물의 유효수압면적 (m^2)

5.2.2 개방형건축구조물

(1) 지상높이 z 에서의 주골조설계용 풍방향풍하중 $W_D(z)$ 는 식(5.2-3)에 따라 산정한다.

$$W_D(z) = k_z q_H G_D C_D A \text{ (N)} \quad (5.2.3)$$

여기서, k_z : 높이방향압력분포계수 (표 5.7-1의 ①에 따른다)

q_H : 기준높이 H 에 대한 설계속도압 (N/m^2) (5.5에 따른다)

G_D : 풍방향가스트영향계수 (5.6에 따른다)

C_D : 풍력계수 (5.7.3에 따른다)

A : 지상높이 z 에서 풍향에 수직한 면에 투영된 건축구조물의 유효수압면적 (m^2)

5.3 주골조설계용 지붕풍하중

(1) 이 절은 건축구조물의 주골조를 설계하는 경우의 지붕풍하중을 산정할 때 적용하며, 다음의 모든 조건을 만족하여야 한다.

① 건축구조물의 형상은 정형적이어야 한다.

② 건축구조물은 와류방출, 공기력불안정진동 등을 유발하는 응답특성을 나타내지 않아야 한다.

③ 건축구조물은 풍상측의 장애물에 의해 발생하는 골바람효과나 후류버펄팅을 받는 곳에 위치하지 않아야 한다.

(2) 지붕풍하중 W_R 은 건축구조물의 형상에 따라 다음과 같이 산정한다.

5.3.1 밀폐형건축구조물 및 부분개방형건축구조물

(1) 주골조설계용 지붕풍하중 W_R 은 식(5.3-1)에 따라 산정한다.

$$W_R = G_{pe} q_H (C_{pe} - C_{pi}) A_R \text{ (N)} \quad (5.3-1)$$

여기서, q_H : 기준높이 H 에 대한 설계속도압 (N/m^2) (5.5에 따른다)

G_{pe} : 지붕의 외압가스트영향계수 (5.6.4에 따른다)

C_{pe} : 외압계수 (5.7.1에 따른다)

C_{pi} : 내압계수 (5.7.2에 따른다)

A_R : 지붕보가 부담하는 부분의 유효수압면적 (m^2)

5.3.2 독립지붕

(1) 주골조설계용 지붕풍하중 W_R 은 식(5.3-2)에 따라 산정한다.

$$W_R = q_H G_{pe} C_N A_R \text{ (N)} \quad (5.3-2)$$

여기서, q_H : 기준높이 H 에 대한 설계속도압 (N/m^2) (5.5에 따른다)

G_{pe} : 지붕의 외압가스트영향계수 (5.6.4에 따른다)

C_N : 독립지붕의 순압력계수 (5.7.3에 따른다)

A_R : 지붕보가 부담하는 부분의 유효수압면적 (m^2)

5.4 외장재설계용 풍하중

(1) 이 절은 건축구조물의 외장재 등을 설계하는 경우의 풍하중을 산정할 때 적용하며, 다음의 모든 조건을 만족하여야 한다.

① 건축구조물의 형상은 정형적이어야 한다.

② 건축구조물은 와류방출, 공기력불안정진동 등을 유발하는 응답특성을 나타내지 않아야 한다.

③ 건축구조물은 풍상측의 장애물에 의해 발생하는 골바람효과나 후류버펄팅을 받는 곳에 위치하지 않아야 한다.

(2) 외장재설계용 풍하중 W_C 는 기준높이 H 에 따라 다음과 같이 산정한다. 단, 외장재설계용 풍압에 해당하는 W_C/A_C 는 $675 N/m^2$ 보다 작지 않아야 한다.

5.4.1 기준높이 20m 이상 건축구조물

(1) 외장재설계용 풍하중 W_C 는 아래 두 종류로 구분하여 산정한다.

① 정압인 외벽

지상높이 z 에서의 외장재설계용 풍하중 $W_C(z)$ 는 식(5.4-1)에 따라 산정한다.

$$W_C(z) = q_H (k_z \hat{C}_{pe} - \hat{C}_{pi}) A_C \text{ (N)} \quad (5.4-1)$$

② 부압인 외벽 및 지붕면

외장재설계용 풍하중 W_C 는 식(5.4-2)에 따라 산정한다.

$$W_C = q_H (\hat{C}_{pe} - \hat{C}_{pi}) A_C \text{ (N)} \quad (5.4-2)$$

여기서, k_z : 높이방향압력분포계수 (표 5.7-1의 ①에 따른다)

q_H : 기준높이 H 에 대한 설계속도압 (N/m^2) (5.5에 따른다)

$\hat{C}_{pe}$: 외장재설계용 피크외압계수 (5.8.1에 따른다)

$\hat{C}_{pi}$: 외장재설계용 피크내압계수 (5.8.2에 따른다)

A_C : 외장재 등의 유효수압면적 (m^2)

5.4.2 기준높이 20 m 미만 건축구조물

- (1) 외장재설계용 풍하중 W_C 는 벽, 지붕을 구분하지 않고 식(5.4-3)에 따라 산정한다. 단, 여기서 건설지점의 지표면조도구분이 A, B, C 에 해당하는 경우에는 지표면조도구분 C 에서의 설계속도압 q_H 를 적용하고, 건설지점이 지표면조도구분 D 인 경우에는 해당 지표면조도구분의 설계속도압 q_H 를 적용한다.

$$W_C = q_H (\hat{C}_{pe} - \hat{C}_{pi}) A_C \text{ (N)} \quad (5.4-3)$$

여기서, q_H : 기준높이 H 에 대한 설계속도압 (N/m^2) (5.5에 따른다)

$\hat{C}_{pe}$: 외장재설계용 피크외압계수 (5.8.1에 따른다)

$\hat{C}_{pi}$: 외장재설계용 피크내압계수 (5.8.2에 따른다)

A_C : 외장재 등의 유효수압면적 (m^2)

5.4.3 독립지붕

- (1) 외장재설계용 지붕풍하중 W_{RC} 는 식(5.4-4)에 따라 산정한다.

$$W_{RC} = q_H \hat{C}_N A_C \quad (5.4-4)$$

여기서, q_H : 기준높이 H 에 대한 설계속도압 (N/m^2) (5.5에 따른다)

$\hat{C}_N$: 독립지붕의 피크순압력계수 (5.8.3에 따른다)

A_C : 외장재 등의 유효수압면적 (m^2)

5.5 속도압

- (1) 기준높이 H 에서의 속도압 q_H 는 식(5.5-1)에 따라 산정한다.

$$q_H = \frac{1}{2} \rho V_H^2 \text{ (N/m}^2\text{)} \quad (5.5-1)$$

여기서, ρ : 공기밀도로써 균일하게 1.225 kg/m^3 로 한다.

V_H : 설계풍속 (m/s) (5.5.1에 따른다)

5.5.1 설계풍속

(1) 설계풍속 V_H 는 식(5.5-2)에 따라 산정한다.

$$V_H = V_0 K_D K_{zr} K_{zt} I_w(T) \text{ (m/s)} \quad (5.5-2)$$

여기서, V_0 : 기본풍속 (m/s) (5.5.2에 따른다)

K_D : 풍향계수 (5.5.3에 따른다.)

K_{zr} : 풍속고도분포계수로 기준높이 H 에서의 값 (5.5.4에 따른다)

K_{zt} : 지형계수 (5.5.5에 따른다)

$I_w(T)$: 건축구조물의 중요도계수 (5.5.6에 따른다)

5.5.2 기본풍속

- (1) 풍하중을 산정할 때의 기본풍속 V_0 는 지표면상태가 5.5.4에서 정한 지표면조도구분 C 인 경우, 지상 10m 높이에서 10분간 평균풍속의 재현기간 500년 값으로 하고, 건설대상지의 지리적 위치에 따라 그림 5.5-1에 의해 정한다. 바람은 항상 수평방향에서 불어오는 것으로 가정한다.
- (2) 건설지점 부근의 유효한 풍관측자료가 있는 경우에는 그 값에 따라 기본풍속 V_0 를 설정할 수 있다. 이 경우 풍속자료를 처리할 때에는 공인된 극치통계해석법을 사용하고, 자료의 길이, 측정오차, 평가시간, 풍속계높이, 풍속계 주변의 지표면상태 등을 고려해야하며, 풍속자료는 지표면조도구분 C 인 지상 10 m에서 10분간 평균풍속으로 균질화해야 한다.



- 주) 1) 지도의 지역명칭 중 ●는 기상관청이 설치된 지역으로 기상관청이 위치한 곳을 나타내고, ○는 기상관청이 없는 지역으로 시청 및 군청 소재지가 위치한 곳이다.
 2) 건설지점이 등풍속선 사이에 위치할 때는 인근 등풍속선 중 큰 값을 사용한다.

그림 5.5-1 기본풍속 V_0 (재현기간 500년 풍속) (m/s)

5.5.3 풍향계수

- (1) 주골조설계용에 대해서는 건설지점 부근의 유효한 풍관측 자료가 있는 경우에는 그것에 의하여 8풍향(N, NE, E, SE, S, SW, W, NW)에 대해 평가한 K_D 를 사용할 수 있다. 이 경우의 K_D 는 건축구조물의 주된 면에 직각인 4풍향을 고려하여 결정하고, K_D 의 최소값은 0.85로 한다.
- (2) 풍향계수의 적용방법
 - ① 건축구조물의 주된 면에 직각인 풍향을 중심으로 22.5° 의 부채꼴 범위에 8풍향 중 하나가 속하는 경우에는 그 풍향에 해당하는 K_D 를 사용한다.
 - ② 건축구조물의 주된 면에 직각인 풍향을 중심으로 22.5° 의 부채꼴 범위에 8풍향 중 하나가 속하지 않는 경우에는 좌우 인접한 풍향의 K_D 가운데 큰 값을 그 풍향의 K_D 로 사용한다.
- (3) 풍향계수 적용의 제한
 - ① 기상관측소의 자료에 근거하여 산정한 풍향계수 K_D 는 기상관측소로부터 건설지점 사이에 지형적인 변화가 없고 평탄하여 풍향특성이 달라질 우려가 없는 경우에 적용할 수 있다. 건설지점이 기상관측소로부터 멀고 주변 대규모지형의 영향 등에 의하여 풍향특성이 변화할 가능성이 있는 경우에는 풍향계수를 사용할 수 없다. 이 때에는 $K_D = 1.0$ 으로 한다.
 - ② 외장재설계용 풍하중을 평가하는 경우에는 $K_D = 1.0$ 으로 한다.

5.5.4 풍속고도분포계수

- (1) 풍속고도분포계수 K_{zr} 은 ①에서 정한 건설지의 지표면조도구분에 상응하여 ②에 따라 정한다.
 - ① 지표면조도구분을 판단하기 위한 주변지역의 범위는 건설지점으로부터 건축구조물의 기준높이 H 의 40배와 3km 가운데 작은 값으로 하고, 지표면조도구분은 건설지점의 풍상측 45° 도의 범위 내에 있는 지표면 상태를 다음과 같이 세 종류로 구분하여 표 5.5-1에 따라 정한다.
 - 가. 풍상측 지표면에 급격한 상태의 변화가 없는 경우에는 45° 범위 내의 평균적인 상태를 그 풍향에 대한 지표면조도로 한다.
 - 나. 풍상측 지표면이 평탄한 상태에서 거친 상태로 급변하는 경우에는 중간상태의 지표면조도를 고려한다.
 - 다. 풍상측 지표면이 거친 상태에서 평탄한 상태로 변하는 경우에는 중간상태의 지표면조도를 고려한다.

표 5.5-1 지표면조도구분

지표면조도구분	주변지역의 지표면 상태
A	대도시 중심부에서 고층건축구조물(10층 이상)이 밀집해 있는 지역
B	수목·높이 3.5 m 정도의 주택과 같은 건축구조물이 밀집해 있는 지역 중층건물(4~9층)이 산재해 있는 지역
C	높이 1.5~10 m 정도의 장애물이 산재해 있는 지역 수목·저층건축구조물이 산재해 있는 지역
D	장애물이 거의 없고, 주변 장애물의 평균높이가 1.5 m 이하인 지역 해안, 초원, 비행장

② 평탄한 지역에 대한 풍속고도분포계수 K_{zr} 는 위 ①에서 정한 건설지점의 지표면조도구분에 근거하여 표 5.5-2 및 표 5.5-3에 따라 정한다.

표 5.5-2 평탄한 지역에 대한 풍속고도분포계수 K_{zr}

지표면으로부터의 높이 Z (m)	지표면조도구분			
	A	B	C	D
$z \leq z_b$	0.58	0.81	1.0	1.13
$z_b < z \leq Z_g$	$0.22z^\alpha$	$0.45z^\alpha$	$0.71z^\alpha$	$0.98z^\alpha$

- 주] 1) z : 지표면에서의 높이 (m)
 2) z_b : 대기경계층시작높이 (m)
 3) Z_g : 기준경도풍높이 (m)
 4) α : 풍속고도분포지수

표 5.5-3 z_b , Z_g , α

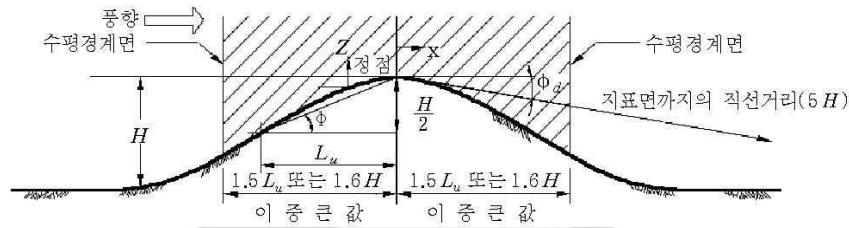
지표면조도구분	A	B	C	D
z_b (m)	20 m	15 m	10 m	5.0 m
Z_g (m)	550 m	450 m	350 m	250 m
α	0.33	0.22	0.15	0.10

5.5.5 지형계수

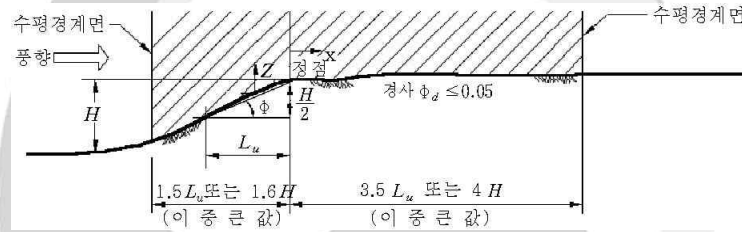
- (1) 산, 언덕 및 경사지의 영향을 받지 않는 평탄한 지역에 대한 지형계수 K_{zt} 는 1.0이다.
- (2) 산, 언덕 및 경사지 정상 부근 등 풍속할증이 필요한 부분에 대한 적용범위는 표 5.5-4와 같고, 지형계수 K_{zt} 는 식 (5.5-3)에 따라 산정한다.

표 5.5-4 지형계수 K_{zt} 의 적용범위

지형구분	풍속할증 적용 범위	적용 범위	
		풍상측	풍하측
언덕, 산	수평거리 (정점에서)	1.5 L_u 와 1.6 H 중 큰 값	
경사지	수평거리 (정점에서)	1.5 L_u 와 1.6 H 중 큰 값	3.5 L_u 와 4 H 중 큰 값



(a) 언덕, 산



(b) 경사지

$$K_{zt} = 1 + \frac{k_t s \phi'}{1 + 3.7 L_z} \quad (5.5-3)$$

$$\text{단, } k_t = \begin{cases} 1.4 & : \text{경사지} \\ 1.4 + 3.6(\phi_d - 0.05) \leq 3.2 & : \text{언덕, 산} \end{cases}$$

$$s = \begin{cases} \left(1 - \frac{|x|}{1.5 L^*}\right) \left(1 - \frac{z}{L_u}\right) & : \phi \leq 0.3 \\ \left(1 - \frac{|x|}{1.5 L^*}\right) \left(1 - \frac{0.6z}{H}\right) & : \phi > 0.3 \end{cases}$$

풍상측인 경우

$$L^* = L_u$$

$$L^* = 1.7H; \phi > 0.3 \text{ 일 때}$$

풍하측인 경우

$$L^* = L_u \text{ 와 } 1.7H \text{ 중 큰 값; 언덕} \cdot \text{산}$$

$$L^* = 2L_u \text{ 와 } 3.33H \text{ 중 큰 값; 경사지}$$

$$I_z = \begin{cases} 0.1 \left(\frac{z}{Z_g} \right)^{-\alpha-0.05}, & z_b < z \leq Z_g \\ 0.1 \left(\frac{z_b}{Z_g} \right)^{-\alpha-0.05}, & z < z_b \end{cases} \quad (5.5-3.a)$$

여기서, k_t : 형상계수

ϕ_d : 언덕·산·경사지의 정점으로부터 풍하측 빗변으로 $5H$ 되는 거리까지의 평균경사

s : 위치계수

x : 정점으로부터의 수평거리 (m)

z : 국지 지표면으로부터의 임의높이 (m)

H : 언덕, 산, 경사지의 정점높이 (m)

L_u : 언덕, 산, 경사지의 정점 중앙으로부터 아래로 $H/2$ 인 지점에서 풍상측 경사지 지점까지의 수평거리 (m)

ϕ' : ϕ 또는 0.3 중 작은 값

ϕ : 풍상측경사 $\left(= \frac{H}{2L_u} \right)$

I_z : 높이 z 에서의 난류강도

α : 풍속고도분포지수 (표 5.5-3에 따른다)

z_b : 대기경계층시작높이 (m) (표 5.5-3에 따른다)

Z_g : 기준경도풍높이 (m) (표 5.5-3에 따른다)

5.5.6 중요도계수

- (1) 중요도계수 $I_W(T)$ 는 KDS 41 10 05에서 정의한 건축구조물의 중요도 분류에 근거하여 표 5.5-5에 따라 정한다.

표 5.5-5 중요도계수 $I_W(T)$

중요도 분류	초고층건축구조물	특	1	2	3
중요도계수 $I_W(T)$	1.05	1.00		0.95	0.90

주] 초고층건축구조물은 50 층 이상 또는 200 m 이상인 건축구조물

5.6 가스트영향계수

5.6.1 유연건축구조물 등의 주골조설계용

- (1) 건축구조물의 풍방향고유진동수 n_D 가 1 Hz를 이하인 경우, 바람에 의한 동적효과를 무시할 수 없는 세장한 구조물 및 기타 건축구조물인 경우의 주골조설계용 풍방향가스트영향계수 G_D 는 식(5.6-1)에 따라 산정한다. 단, 굴뚝과 같이 수직으로 세장한 건축구조물은 H/B 의 값이 7 이하인 경우에는 강체건축구조물로 한다.

$$G_D = 1 + g_D \gamma_D \sqrt{B_D + \phi_D^2 R_D} \quad (5.6-1)$$

$$\text{단, } g_D = \sqrt{2 \ln(600 \nu_D) + 1.2} \quad (5.6-1.a)$$

$$\nu_D = n_D \sqrt{\frac{R_D}{B_D + R_D}} \quad (5.6-1.b)$$

$$\gamma_D = \left(\frac{3 + 3\alpha}{2 + \alpha} \right) I_H \quad (5.6-1.c)$$

$$B_D = 1 - \left[\frac{1}{\left\{ 1 + 5.1 \left(\frac{L_H}{\sqrt{HB}} \right)^{1.3} \left(\frac{B}{H} \right)^k \right\}^{\frac{1}{3}}} \right] \quad (5.6-1.d)$$

$$k = \begin{cases} 0.33 & : H \geq B \\ -0.33 & : H < B \end{cases}$$

$$L_H = \begin{cases} 100 \left(\frac{H}{30} \right)^{0.5} & , 30\text{m} < H \leq Z_g \\ 100 & , H \leq 30\text{m} \end{cases} \quad (5.6-1.e)$$

$$\phi_D = \frac{1}{2 + \beta} \frac{M}{M^*} \lambda \quad (5.6-1.f)$$

$$M^* = \int_0^H m(z) \mu^2(z) dz \quad (5.6-1.g)$$

$$\mu(z) = \left(\frac{z}{H} \right)^\beta \quad (5.6-1.h)$$

$$\lambda = 1.0 - 0.4 \ln \beta \quad (5.6-1.i)$$

$\beta = 0.5$: 내력벽이 없고 외장재만으로 이루어진 모멘트저항골조

$\beta = 1.0$: 중앙에 코어가 있는 모멘트저항골조 또는 큰 기둥과 전단가새로 이루어진 건축구조물

$\beta = 1.5$: 세장한 캔틸레버형 건축구조물 및 중앙의 철근콘크리트 코어에 의해 지지되는 건축구조물

$\beta = 2.0$: 탑, 굴뚝

$$R_D = \frac{\pi}{4\zeta_D} S_D F_D \quad (5.6-1.j)$$

$$S_D = \frac{1}{\left(1 + 4.0 \frac{n_D B}{V_H} \right) \left(1 + 2.3 \frac{n_D H}{V_H} \right)} \quad (5.6-1.k)$$

$$F_D = \frac{4.0 \frac{n_D L_H}{V_H}}{\left\{ 1 + 71 \left(\frac{n_D L_H}{V_H} \right)^2 \right\}^{5/6}} \quad (5.6-1.1)$$

여기서, g_D : 풍방향피크팩터 (그림 5.6.1)

γ_D : 풍속변동계수

B_D : 비공진계수 (그림 5.6.2)

R_D : 공진계수

ν_D : 풍방향레벨크로싱수 (Hz)

α : 풍속고도분포지수 (표 5.5-3에 따른다)

I_H : 기준높이에서의 난류강도로 식(5.5-3.a)에서 z 를 H 로 대체하여 산정한 값

L_H : 기준높이에서의 난류스케일 (m)

B : 건축구조물의 폭 (m)

H : 건축구조물의 기준높이 (m) (5.1.2.(6)에 따른다)

ϕ_D : 풍방향진동모드보정계수 (그림 5.6-5)

β : 1차진동모드 $\mu_1 = (z/H)^\beta$ 의 연직분포형상지수, β 는 건축구조물의 자유진동해석에서 구한 진동형상으로부터 산정한다. 모드형상을 알 수 없는 경우에는 이 기준에서 제시한 β 값을 사용할 수 있다.

$\frac{1}{2+\beta} \frac{M}{M^*}$: 풍방향 전도모멘트 및 일반화질량의 진동모드 차이에 따른 보정계수

M : 건축구조물의 지상부 총질량 (kg)

M^* : 건축구조물의 풍방향 1차진동일반화질량 (kg)

λ : 풍방향 일반화변동풍력의 진동모드 차이에 따른 보정계수

$m(z)$: 높이 z 에서 단위높이당 질량 (kg/m)

$\mu(z)$: 건축구조물의 진동모드

ζ_D : 건축구조물의 풍방향1차감쇠비

S_D : 규모계수 (그림 5.6-3)

F_D : 풍방향풍력스펙트럼계수 (그림 5.6-4)

n_D : 건축구조물의 풍방향1차고유진동수 (Hz)

Z_g : 기준경도풍높이(m) (표 5.5-3에 따른다)

V_H : 설계풍속 (m/s) (5.5.1에 따른다)

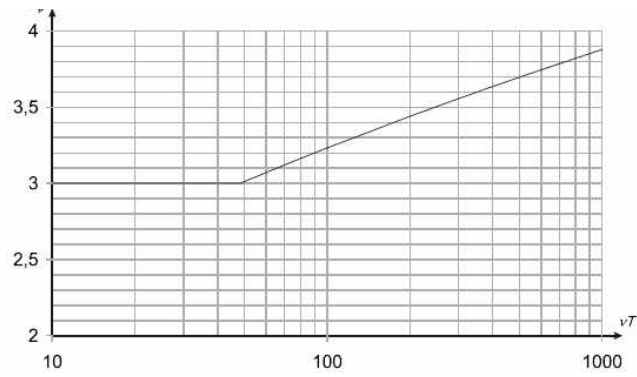


그림 5.6-1 피크팩터 g_D

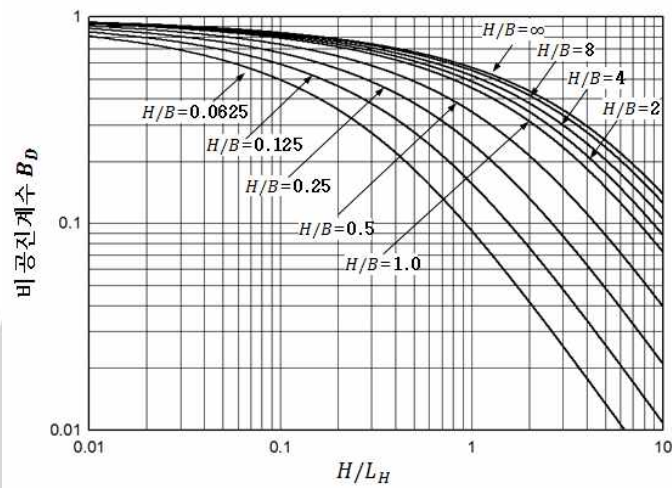


그림 5.6-2 비공진계수 B_D

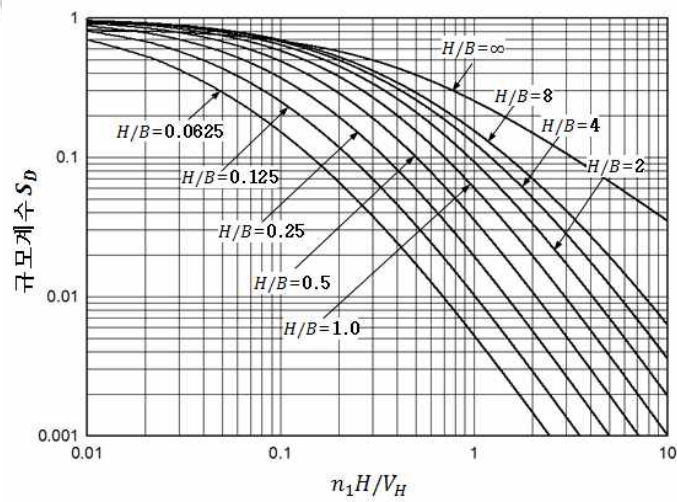


그림 5.6-3 규모계수 S_D

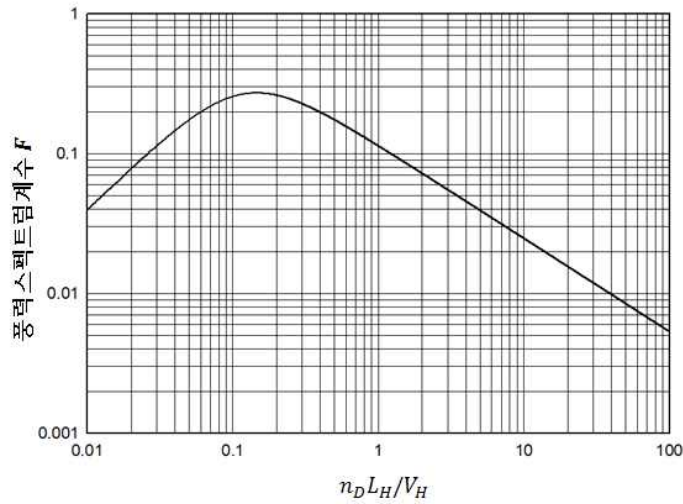


그림 5.6-4 풍력스펙트럼계수 F

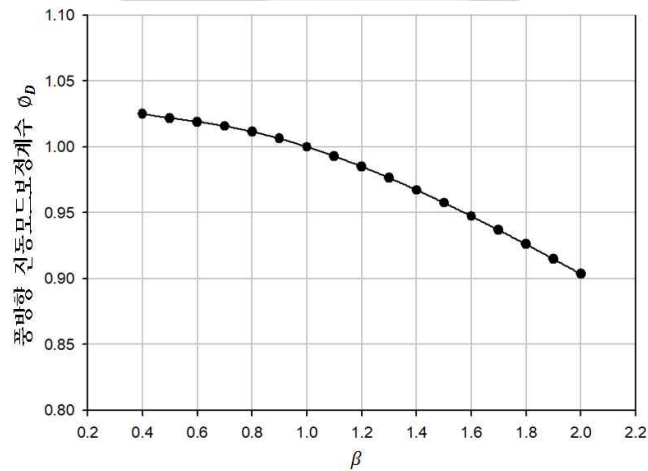


그림 5.6-5 풍방향 진동모드보정계수 ϕ_D

5.6.2 강체건축구조물 등의 주골조설계용

- (1) 건축구조물의 풍방향고유진동수 n_D 가 1 Hz를 초과하는 경우, 바람에 의한 동적 효과를 무시할 수 있는 강체건축 구조물 및 기타 구조물인 경우의 주골조설계용 풍방향가스트영향계수 G_D 는 식(5.6-2)에 따라 산정한다.

$$G_D = 1 + 4 \gamma_D \sqrt{B_D} \quad (5.6-2)$$

여기서, γ_D : 풍속변동계수 (식 (5.6-1.c)에 따른다)

B_D : 비공진계수 (그림 5.6-2 또는 식(5.6-1.d)에 따른다.)

5.6.3 래티스형탑상건축구조물

- (1) 래티스형탑상건축구조물의 풍방향가스트영향계수 G_D 는 식(5.6-3)에 따라 산정한다.

$$G_D = 1 + g_D \frac{C_g'}{C_g} \phi_{Dt} \sqrt{1 + R_D} \quad (5.6-3)$$

$$\text{단, } g_D = \sqrt{2 \ln(600 \nu_D)} + 1.2$$

$$\nu_D = n_D \sqrt{\frac{R_D}{B_D + R_D}}$$

$$C_g' = \frac{2I_H}{\alpha + 3} \sqrt{B_D} \quad (5.6-3.a)$$

$$C_g = \frac{1}{2\alpha + 3} - \frac{\lambda_B}{2\alpha + 4} \quad (5.6-3.b)$$

$$\phi_{Dt} = \frac{M}{5M^*} \lambda_L \quad (5.6-3.c)$$

$$\lambda_L = \left[\left(0.5 \frac{B_H}{B_0} - 0.3 \right) (\beta - 2) + 1.4 \right] \lambda \quad (5.6-3.d)$$

$\beta = 2.0$: 수직으로 강성이 일정한 강재 래티스타워

$\beta = 2.3$: 수직으로 강성이 감소하는 강재 래티스타워

$$R_D = \frac{\pi}{4\zeta_D} S_D F_D$$

$$B_D = \left(1 - \frac{3}{4} \lambda_B \right)^2 \frac{1}{1 + \frac{2\sqrt{HB}}{L_H}}$$

$$\lambda_B = 1 - \frac{B_H}{B_0}$$

$$S_D = \left(1 - \frac{3}{4} \lambda_B \right)^2 \frac{1}{\left(1 + 3.5 \frac{n_D B}{V_H} \right) \left(1 + 2 \frac{n_D H}{V_H} \right)}$$

$$F_D = \frac{4.0 \frac{n_D L_H}{V_H}}{\left\{ 1 + 71 \left(\frac{n_D L_H}{V_H} \right)^2 \right\}^{5/6}}$$

$$B = \frac{B_H + B_0}{2}$$

여기서, g_D : 풍방향피크팩터 (그림 5.6.1)

ν_D : 풍방향레벨크로싱수 (Hz)

α : 풍속고도분포지수 (5.5.4에 따른다)

ϕ_{Dt} : 래티스탑상구조물의 풍방향진동모드보정계수 (그림 5.6-7)

$\frac{M}{5M^*}$: 래티스형탑상구조물의 풍방향 일반화질량의 진동모드 차이에 따른 보정계수

M : 래티스탑상구조물의 지상부 총질량 (kg)

M^* : 래티스탑상구조물의 풍방향1차진동일반화질량 (kg)으로 식(5.6-1.g)에 따라 산정한다.

B_0 : 래티스형탑상구조물 밑면에서의 타워폭 (m)

B_H : 래티스형탑상구조물의 기준높이에서의 타워폭 (m)

λ_L : 래티스형탑상구조물의 풍방향 일반화변동풍력의 진동모드 차이에 따른 보정계수

β : 1차진동모드 $\mu_1 = \left(\frac{z}{H}\right)^\beta$ 의 연직분포형상지수, β 는 건축구조물의 자유진동해석에서 구한 진동모드상으로부터 산정함. 모드형상을 알 수 없는 경우에는 이 기준에서 제시한 β 값을 사용할 수 있음.

λ : 풍방향 일반화변동풍력의 진동모드 차이에 따른 보정계수로 식(5.6-1.i)에 따라 산정한다.

I_H : 기준높이에서의 난류강도로 식(5.5-3.a)에서 z 를 H 로 대체하여 산정한 값

L_H : 기준높이에서의 난류스케일 (m)로 식(5.6-1.e)에 따른다.

n_D : 래티스형탑상구조물의 풍방향1차고유진동수 (Hz)

ζ_D : 래티스형탑상구조물의 풍방향1차감쇠비

H : 기준높이로 래티스형탑상구조물의 최고높이 (m)

V_H : 설계풍속 (m/s) (5.5.1에 따른다)

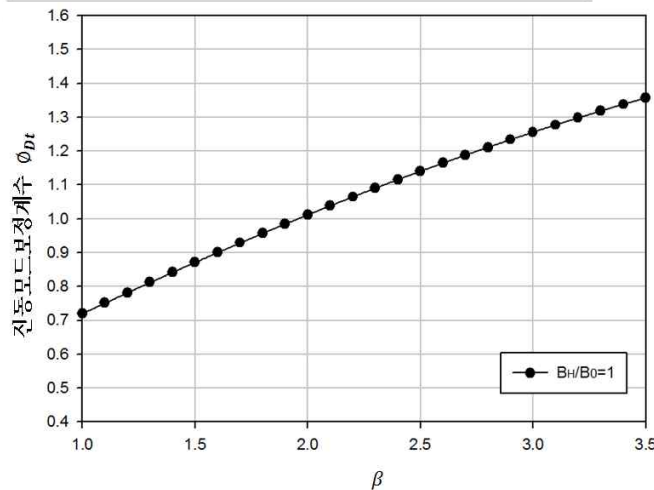


그림 5.6-7 래티스탑상구조물의 진동모드보정계수 ϕ_{Dt}

5.6.4 지붕의 외압가스트영향계수

- (1) 유연하고 장경간인 건축구조물로서 바람에 의한 지붕의 공진효과를 무시할 수 없는 경우, 즉 식 (5.6-4)를 만족하는 경우의 외압가스트영향계수 G_{pe} 는 식 (5.6-6)에 따라 산정하고, 그 이

외 바람에 의한 지붕의 공진효과를 무시할 수 있는 경우의 외압가스트영향계수는 식 (5.6-5)에 따라 산정한다. 단, 직사각형 이외의 평면이면서 지붕구배가 10° 이상 30° 이하인 지붕 및 돔지붕의 외압가스트영향계수 G_{pe} 는 식 (5.6-5)에 따라 산정한다.

$$\frac{n_{R0} H}{V_H} < 1.3 \quad (5.6-4)$$

단, n_{R0} : 지붕보의 1차고유진동수(Hz)

H : 기준높이(m)

V_H : 설계풍속(m/s) (5.5.1에 따른다)

$$G_{pe} = 1 + 4r_{pe} \sqrt{B_{pe}} \quad (5.6-5)$$

$$G_{pe} = 1 + g_{pe} r_{pe} \sqrt{B_{pe} + R_{pe}} \quad (5.6-6)$$

여기서, $g_{pe} = \sqrt{2 \ln(600 n_{R0}) + 1.2}$

$$r_{pe} = 2.2 I_H^2 + 0.19$$

$$I_H = 0.1 \left(\frac{H}{Z_g} \right)^{-\alpha - 0.05}$$

$$B_{pe} = \frac{0.36}{(l/H)^{0.84} (b/H)^{0.09}} : \text{지붕보가 풍향과 평행일 때}$$

$$B_{pe} = \frac{0.50 (b/H)^{0.03}}{(l/H)^{0.49}} : \text{지붕보가 풍향과 직각일 때}$$

$$R_{pe} = \frac{0.004}{(n_{R0}^*)^{2.8} (l/H)^{1.5} (b/H)^{0.55} \zeta_R} : \text{지붕보가 풍향과 평행}$$

$$R_{pe} = \frac{0.01 (b/H)^{0.04}}{(n_{R0}^*)^{3.4} (l/H)^{0.80} \zeta_R} : \text{지붕보가 풍향과 직각}$$

여기서, g_{pe} : 피크팩터

r_{pe} : 외압변동계수

I_H : 기준높이에서의 난류강도로 식(5.5-3.a)에서 z 를 H 로 대체하여 얻은 값

l : 지붕의 경간 (m)

b : 하중분담폭 (m)

n_{R0}^* : 무차원고유진동수 ($= n_{R0} H / V_H$)

ζ_R : 지붕의 1차감쇠비

B_{pe} : 비공진계수

R_{pe} : 공진계수

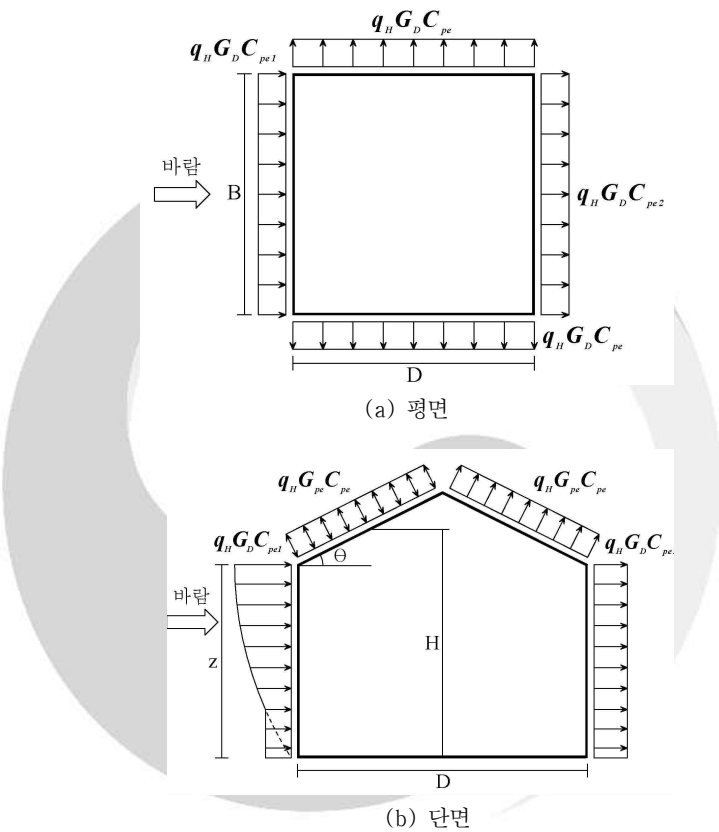
5.7 주골조설계용 풍압계수, 풍력계수

5.7.1 외압계수

(1) 밀폐형건축구조물

사각형평면을 가진 밀폐형건축구조물에 대한 주골조설계용 외압계수 C_{pe} 는 표 5.7-1에 따라 정한다. 외벽면의 외압계수는 표 5.7-1의 ①에 따르고, 지붕면 외압계수는 표 5.7-1의 ②에 따른다. 단, 형상비 $H/\sqrt{BD}$ 가 8 이하인 건축구조물에만 적용한다.

표 5.7-1 밀폐형건축구조물의 외압계수 C_{pe}



기호] B : 건물폭, 풍직각방향길이 (m)
 D : 건물깊이, 풍방향길이 (m)
 H : 지붕면평균높이 (m)
 θ : 지붕경사각 ($^{\circ}$)

① 벽면

외압계수 C_{pe}

	D/B	풍상벽 끝단으로부터의 수평거리(x)	C_{pe}
풍상벽 C_{pe1}	≤ 1	-	$0.8k_z$
	> 1	-	$0.8k_z + 0.05$
풍하벽 C_{pe2}	≤ 1	-	-0.5
	> 1	-	-0.35
측벽 C_{pe}	모든 값	$\leq H$	-0.7
	모든 값	$H \leq x < 3H$	-0.5
	모든 값	$3H \leq x$	-0.3

주] k_z : 높이방향압력분포계수로 아래 표로 주어진다.

높이방향 압력분포계수 k_z

$H \leq z_b$	$z \leq z_b$	$z_b < z < 0.8H$	$z \geq 0.8H$
1.0	$(z_b/H)^{2\alpha}$	$(z/H)^{2\alpha}$	$0.8^{2\alpha}$

주] H : 건축구조물의 기준높이(m)

z : 지표면에서의 높이 (m)

z_b : 대기경계층시작높이 (m)로 표 5.5-3에 의해 정함

α : 풍속고도분포지수로 표 5.5-3에 의해 정함

② 지붕면

평지붕, $\theta < 10^\circ$ 인 용마루직각방향 및 모든 경사각의 용마루방향의 지붕면 외압계수 C_{pe}

지붕 풍상 끝단으로부터의 수평거리	$H/D \leq 0.5$	$H/D \geq 1.0$
$0 \sim 0.5H$	-0.9, -0.4	$-1.3k_a$, -0.6
$0.5H \sim 1H$	-0.9, -0.4	-0.7, -0.3
$1H \sim 2H$	-0.5, 0.0*	$(-0.7, -0.3)^*$
$2H \sim 3H$	-0.3, 0.1	
$> 3H$	-0.2, 0.2	

$\theta \geq 10^\circ$ 인 용마루직각방향의 풍상지붕면 외압계수 C_{pe}

H/D	지붕경사각 θ°						
	10	15	20	25	30	35	≥ 45
≤ 0.25	-0.7, -0.3	-0.5, 0.0*	-0.3, 0.2	-0.2, 0.3	-0.2, 0.4	0.0*, 0.5	0.0^* , $0.8\sin\theta$
0.5	-0.9, -0.4	-0.7, -0.3	-0.4, 0.0*	-0.3, 0.2	-0.2, 0.3	-0.2, 0.4	
≥ 1.0	-1.3, -0.6	-1.0, -0.5	-0.7, -0.3	-0.5, 0.0	-0.3, 0.2	-0.2, 0.3	

주] 1) * 값은 보간을 목적으로 사용한다

2) k_a : 면적감소계수로 아래 표에 주어진 것처럼 면적에 따라 선형적으로 감소하고, 중간 값은 직선보간하여 사용할 수 있다.

면적감소계수 k_a

유효수압면적(m^2)	면적감소계수
≤ 10	1.0
25	0.9
≥ 100	0.8

$\theta \geq 10^\circ$ 인 용마루직각방향의 풍하지붕면 외압계수 C_{pe}

H/D	지붕경사각 θ°				
	10	15	20	≥ 25	
≤ 0.25	-0.3	-0.5	-0.6	$B/D < 3$	-0.6
0.5	-0.5	-0.5	-0.6	$3 \leq B/D \leq 8$	$-0.06(7+B/D)$
≥ 1.0	-0.7	-0.6	-0.6	$B/D > 8$	-0.9

주] 1) +기호는 표면을 향하는 정압, -기호는 표면에서 떨어져나가는 부압을 의미한다.

2) 표에서 주어진 D/B , H/D 및 θ 의 중간값은 직선보간하여 사용할 수 있다. 직선보간은 동일한 부호를 가진 값일 때만 할 수 있다. 동일부호에서 값이 없을 때에는 직선보간 할 때 0.0으로 한다.

3) C_{pe} 값이 두 가지일 때는 풍상측지붕이 정압과 부압을 다 받으며, 지붕골조는 이 두 가지 조건을 고려하여 설계한다. 이 때 H/D 중간에 있는 값의 보간은 동일한 부호의 C_{pe} 값만 한다.

4) 편지붕일 때는 모든 지붕면이 풍상면 또는 풍하면이 된다.

5) 이중경사지붕일 때는 지붕정상수평면과 풍하경사면을 풍하면으로 본다.

6) 모멘트저항골조로 된 지붕에서 주골조를 제외하고, 수평전단력의 합은 지붕면에 작용하는 풍력을 무시하고 결정된 값 보다 커야한다.

(2) 아치지붕

아치지붕의 주골조설계용 외압계수 C_{pe} 는 표 5.7-2에 따른다.

표 5.7-2 아치지붕의 외압계수 C_{pe}

① 풍향 $\beta = 0^\circ$

f/D	R_a 부			R_b 부			R_c 부		
	$h/D = 0$	$h/D = 0.3$	$h/D = 0.7$	$h/D = 0$	$h/D = 0.3$	$h/D = 0.7$	$h/D = 0$	$h/D = 0.3$	$h/D = 0.7$
0	-0.4	-1.0	-0.9	-0.4	-1.0	-0.9	-0.4	-0.6	-0.9
0.1	-0.5	-1.2	-1.5	-0.9	-1.0	-1.0	-0.5	-0.5	-0.5
0.3	-0.1	-0.4	-0.9	-1.2	-1.4	-1.5	-0.5	-0.5	-0.5
0.4	0.2	0	-0.5	-1.2	-1.3	-1.4	-0.5	-0.5	-0.5

주] 1) 표에 주어진 f/D , h/D 의 중간값에 대해서는 직선보간하여 사용한다.

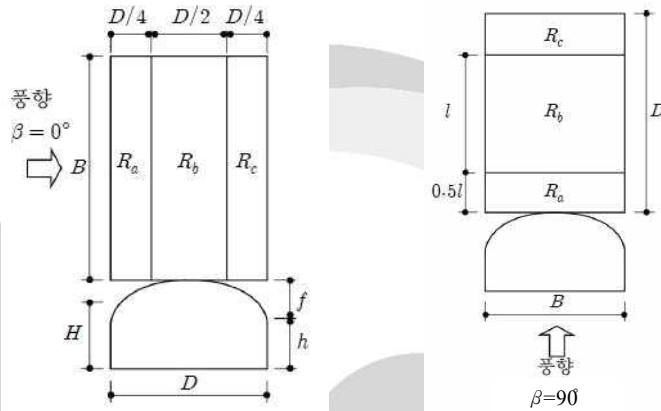
2) + 부호는 지붕의 윗 표면에 대해 압력이 아랫방향으로 작용하는 경우, - 부호는 윗방향으로 작용하는 경우이다.

② 풍향 $\beta=90^\circ$

f/B	R_a 부			R_b 부			R_c 부		
	$h/B=0$	$h/B=0.3$	$h/B=0.7$	$h/B=0$	$h/B=0.3$	$h/B=0.7$	$h/B=0$	$h/B=0.3$	$h/B=0.7$
0	-0.4	-0.9	-0.8	-0.4	-0.5	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2
0.1	-1.2	-1.1	-1.1	-0.7	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4
0.3	-1.1	-1.1	-1.1	-0.6	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4
0.4	-1.1	-1.1	-1.1	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4

주] 1) 표에 주어진 f/B , h/B 의 중간값에 대해서는 직선보간하여 사용한다.

2) +부호는 지붕의 윗 표면에 대해 압력이 아랫방향으로 작용하는 경우, -부호는 윗방향으로 작용하는 경우이다.



기호] B : 건축구조물의 폭(m)
 D : 건축구조물의 깊이(m)
 H : 지붕면 평균높이(m)
 f : 아치높이(m)
 h : 지표면에서 아치지붕 처마까지의 높이(m)
 l : $4H$ 와 B 중 작은 값(m)

(3) 돔지붕

돔지붕의 주골조설계용 외압계수 C_{pe} 는 표 5.7-3에 따른다.

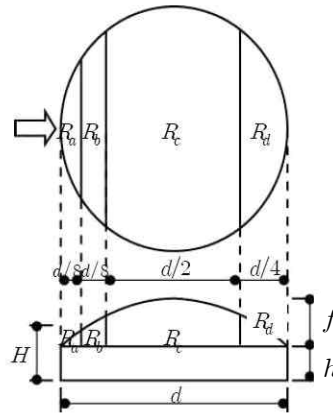
표 5.7-3 돔지붕의 외압계수 C_{pe}

f/d	R_a 부(정의 계수)			R_a 부(부의 계수)		
	$h/d=0$	$h/d=0.25$	$h/d=1$	$h/d=0$	$h/d=0.25$	$h/d=1$
0	검토 불필요함			-0.6	-1.4	-1.2
0.05	0.3	0	0	0	-1.0	-1.6
0.1	0.4	0	0	0	-0.6	-1.2
0.2	0.5	0	0	0	0	-0.4
0.5	0.7	0.6	0.6	검토 불필요함		

f/d	R_b 부			R_c 부			R_d 부		
	$h/d=0$	$h/d=0.25$	$h/d=1$	$h/d=0$	$h/d=0.25$	$h/d=1$	$h/d=0$	$h/d=0.25$	$h/d=1$
0	0	-0.8	-1.2	0	-0.1	-0.4	0	-0.1	-0.3
0.05	0	-0.4	-0.8	-0.2	-0.4	-0.4	-0.1	-0.3	-0.3
0.1	0	-0.4	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.2	-0.4	-0.4
0.2	0	-0.4	-0.6	-0.6	-0.8	-1.0	-0.2	-0.4	-0.4
0.5	0	-0.3	-0.4	-1.1	-1.2	-1.3	-0.2	-0.4	-0.4

주] 1) 표에 주어진 $f/D, h/D$ 의 중간값에 대해서는 직선보간하여 사용한다.

- 2) + 부호는 지붕의 윗 표면에 대해 압력이 아랫방향으로 작용하는 경우이고,
- 부호는 윗방향으로 작용하는 경우이다.



기호] d : 건축구조물의 외경 (m)

H : 기준높이 (m)

f : 돔높이 (m)

h : 지표면에서 돔지붕 처마까지의 높이 (m)

(4) 필로티

필로티의 천정과 측벽에 대한 주굴조설계용 외압계수 C_{pe} 는 그림 5.7-1에 따른다.

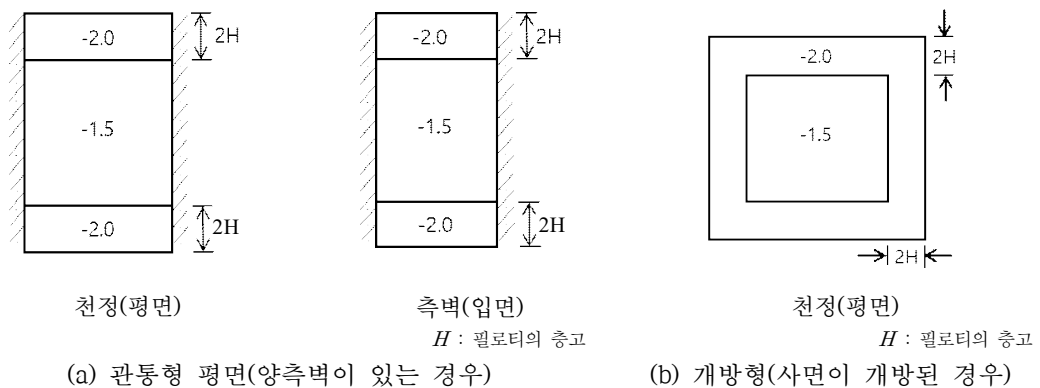


그림 5.7-1 필로티의 외압계수 C_{pe}

5.7.2 내압계수

- (1) 외벽 및 지붕의 주골조설계용 내압계수 C_{pi} 는 개구부의 크기에 따라 표 5.7-4에 따라 정한다.
단, 벽 또는 지붕 각 표면에서의 개구부면적의 합이 그 표면면적의 30%를 초과할 경우에는 표 5.7-4에 주어진 값을 적용할 수 없다.

표 5.7-4 외벽 및 지붕의 주골조설계용 내압계수 C_{pi}

밀폐의 분류		C_{pi}
밀폐형건축구조물 ¹⁾	한 벽면 틈새, 그 외 표면 밀폐	+0.70 또는 -0.40
	마주보는 두 벽면 틈새, 그 외 표면 밀폐	+0.20 또는 -0.40
	이웃하는 두 벽면 틈새, 그 외 표면 밀폐	+0.20 또는 -0.30
	이웃하는 세 벽면 틈새, 그 외 표면 밀폐 모든 표면(벽면 및 지붕) 틈새	0.00 또는 -0.60
	모든 벽면 틈새, 지붕 밀폐	0.00 또는 -0.40
	모든 표면(벽면 및 지붕) 밀폐	0.00 또는 -0.20
부분밀폐형 건축구조물	탁월한 개구부 1	+0.55 또는 -0.55
	탁월한 개구부 2	+0.70 또는 -0.70
	윗면이 개방된 사일로, 굴뚝	-0.60
개방형건축구조물		0.00

주] 1) 밀폐형건축구조물은 정압 받는 벽에 있는 개구부의 총면적이 그 벽 면적의 1% 이하인 경우

2) 틈새는 공기가 누출되는 면적이 그 표면면적의 0.01%에서 0.1%일 때

3) 밀폐는 틈새의 면적이 그 표면면적의 0.01% 이하일 때

4) 탁월개구부 1은 탁월개구부가 있는 표면의 개구부면적이 그 외 표면 개구부면적의 2배

5) 탁월개구부 2는 탁월개구부가 있는 표면의 개구부면적이 그 외 표면 개구부면적의 3배 이상

6) 개방형건축구조물은 각 벽면이 80% 이상 개방되었을 때

7) 밀폐의 분류가 위 표 구분의 중간에 속할 경우에는 직선보간 한다.

5.7.3 풍력계수

- (1) 원형평면을 가진 건축구조물

원형평면을 가진 건축구조물의 풍력계수 C_D 는 표 5.7-5에 따른다. 단, $dV_H \geq 6 \text{ (m}^2/\text{s)}$ 이고, $H/d \leq 8$ 인 건축구조물에만 적용한다.

표 5.7-5 원형평면을 가진 건축구조물의 풍력계수 C_D

H/d 의 영향을 나타내는 계수 k_1

$H/d < 1$	$1 \leq H/d \leq 8$
0.6	$0.6 (H/d)^{0.14}$

표면거칠기의 영향을 나타내는 계수 k_2

평탄한 표면(금속, 콘크리트, 평탄한 칸막이벽 등)	0.75
거친 표면(외경의 1 % 정도의 요철이 있는 칸막이벽 등)	0.9
극히 거친 표면(바깥지름의 5 % 정도의 요철)	1

$$C_D = 1.2 k_1 k_2 k_z$$

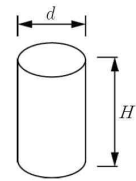
여기서, k_1 : H/d 의 영향을 나타내는 계수

k_2 : 표면거칠기의 영향을 나타내는 계수

k_z : 높이방향압력분포계수로 표 5.7-1에 따라 구한다.

단, $H < z_b$ 일 때는 $k_z = 1.0$ 으로 한다.

z_b : 대기경계층시작높이 (m) (표 5.5-3에 따른다)



기호] d : 건축구조물의 외경 (m)

H : 기준높이 (m)

(2) 독립지붕

① 편지붕

독립된 편지붕의 주골조설계용 순압력계수 C_N 는 표 5.7-6에 따른다.

② 경사지붕

독립된 경사지붕의 주골조설계용 순압력계수 C_N 은 표 5.7-7에 따른다.

표 5.7-6 독립편지붕의 순압력계수 C_N ($\theta \leq 45^\circ$, $\beta=0^\circ$, 180°) : 용마루직각방향

지붕 경사각 $\theta(^{\circ})$	하중 상태	$\beta=0^\circ$				$\beta=180^\circ$			
		개방흐름		장애흐름		개방흐름		장애흐름	
		$C_{N,W}$	$C_{N,L}$	$C_{N,W}$	$C_{N,L}$	$C_{N,W}$	$C_{N,L}$	$C_{N,W}$	$C_{N,L}$
0	가	1.2	0.3	-0.5	-1.2	1.2	0.3	-0.5	-1.2
	나	-1.1	-0.1	-1.1	-0.6	-1.1	-0.1	-1.1	-0.6
7.5	가	-0.6	-1	-1	-1.5	0.9	1.5	-0.2	-1.2
	나	-1.4	0	-1.7	-0.8	1.6	0.3	0.8	-0.3
15	가	-0.9	-1.3	-1.1	-1.5	1.3	1.6	0.4	-1.1
	나	-1.9	0	-2.1	-0.6	1.8	0.6	1.2	-0.3
30	가	-1.8	-1.8	-1.5	-1.8	2.1	2.1	0.6	-1
	나	-2.5	-0.5	-2.3	-1.1	2.6	1	1.6	0.1
45	가	-1.6	-1.8	-1.3	-1.8	2.2	2.5	0.8	-0.9
	나	-2.3	-0.7	-1.9	-1.2	2.6	1.4	2.1	0.4

독립편지붕의 순압력계수 C_N ($\theta \leq 45^\circ$, $\beta=90^\circ$) : 용마루방향

풍상 끝단으로부터의 수평거리	지붕경사각 $\theta(^{\circ})$	하중상태	개방흐름 C_N	장애흐름 C_N
$\leq H$	모든 형상	가	-0.8	-1.2
	$\theta \leq 45^\circ$	나	0.8	0.5
$> H$, $\leq 2H$	모든 형상	가	-0.6	-0.9
	$\theta \leq 45^\circ$	나	0.5	0.5
$> 2H$	모든 형상	가	-0.3	-0.6
	$\theta \leq 45^\circ$	나	0.3	0.3

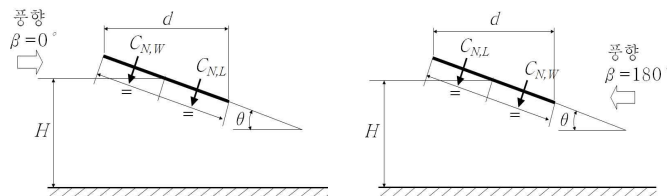
주] 1) $C_{N,W}$ 와 $C_{N,L}$ 은 각각 지붕의 풍상측 반쪽 및 풍하측 반쪽에 대한 순압력을 나타낸다.

2) 개방흐름은 지붕 밑의 공간이 50 % 이상 장애물 없이 트인 경우이고, 장애흐름은 지붕 밑의 공간이 50 % 이상 장애물로 막힌 경우이다.

3) +부호는 지붕의 윗 표면에 대해 압력이 아래방향으로 작용하는 경우, -부호는 윗방향으로 작용하는 경우이다.

4) 표에서 주어진 θ 의 중간값은 직선보간하여 사용할 수 있다.

5) 설계 시에는 각 지붕경사각에 대해 주어진 모든 하중상태를 고려하여 가장 불리한 것으로 한다.



기호] H : 기준높이 (m)

d : 지붕면의 풍방향 수평길이 (m)

β : 풍향 ($^\circ$)

θ : 수평으로부터 지붕경사각 ($^\circ$)

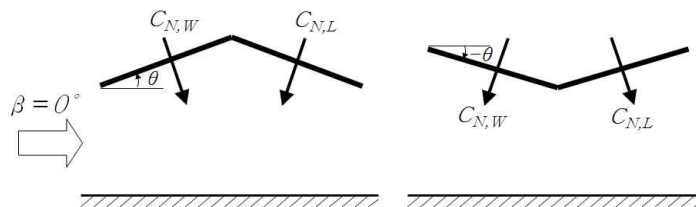
표 5.7-7 독립경사지붕의 순압력계수 C_N ($\beta=0^\circ, 180^\circ$): 용마루직각방향

지붕경사각 $\theta(^{\circ})$	풍상지붕 $C_{N,W}$		풍하지붕 $C_{N,L}$	
	하향	상향	하향	상향
$-30^{\circ} \leq \theta \leq -10^{\circ}$	$0.7 + 0.01\theta$	$-0.6 + 0.03\theta$	$0.05 - 0.025\theta$	$-1.2 - 0.03\theta$
$-10^{\circ} < \theta < 10^{\circ}$	0.6	-0.9	0.3	-0.9
$10^{\circ} \leq \theta \leq 30^{\circ}$	$0.3 + 0.03\theta$	$-1.15 + 0.025\theta$	0.3	$-0.6 - 0.03\theta$

독립경사지붕의 순압력계수 C_N ($\theta < 30^\circ, \beta=90^\circ$): 용마루방향

풍상 끝단으로부터의 수평거리	지붕경사각 $\theta(^{\circ})$	하중상태	개방흐름 C_N	장애흐름 C_N
$\leq H$	모든 형상	가	-0.8	-1.2
	$\theta \leq 30^{\circ}$	나	0.8	0.5
$> H, \leq 2H$	모든 형상	가	-0.6	-0.9
	$\theta \leq 30^{\circ}$	나	0.5	0.5
$> 2H$	모든 형상	가	-0.3	-0.6
	$\theta \leq 30^{\circ}$	나	0.3	0.3

- 주] 1) 하향은 지붕에 대해 풍압력이 아래로 작용하는 경우이고, 상향은 위로 작용하는 경우이다.
 2) 개방흐름은 지붕 밑의 공간이 50% 이상 장애물 없이 트인 경우이고, 장애흐름은 지붕 밑의 공간이 50% 이상 장애물로 막힌 경우이다.
 3) θ 는 지붕경사각으로 부호는 아래 그림에 나타난 방향에 따른다. 수평에서 반시계방향의 경사는 +, 시계방향은 -로 한다.
 4) 설계 시에는 각 지붕경사각에 대해 주어진 모든 하중상태를 고려하여 가장 불리한 것으로 한다.



- 기호] H : 기준높이 (m)
 d : 지붕면의 풍방향 수평길이 (m)
 β : 풍향 ($^{\circ}$)
 θ : 수평으로부터 지붕경사각 ($^{\circ}$)

(3) 밀폐형독립벽체와 독립간판

밀폐형독립벽체와 독립간판의 주골조설계용 풍력계수 C_D 는 표 5.7-8에 따른다.

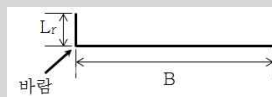
표 5.7-8 밀폐형독립벽체 및 독립간판의 풍력계수 C_D

C_D , 경우 A와 경우 B일 때												
틈새비, s/h	변장비, B/s											
	≤0.05	0.1	0.2	0.5	1	2	4	5	10	20	30	≥45
1	1.80	1.70	1.65	1.55	1.45	1.40	1.35	1.35	1.30	1.30	1.30	1.30
0.9	1.85	1.75	1.70	1.60	1.55	1.50	1.45	1.45	1.50	1.40	1.40	1.40
0.7	1.90	1.85	1.75	1.70	1.65	1.60	1.60	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55
0.5	1.95	1.85	1.80	1.75	1.75	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.75
0.3	1.95	1.90	1.85	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.85	1.85	1.85
0.2	1.95	1.90	1.85	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.85	1.90	1.90	1.95
≤0.16	1.95	1.90	1.85	1.80	1.80	1.80	1.80	1.85	1.85	1.90	1.90	1.95

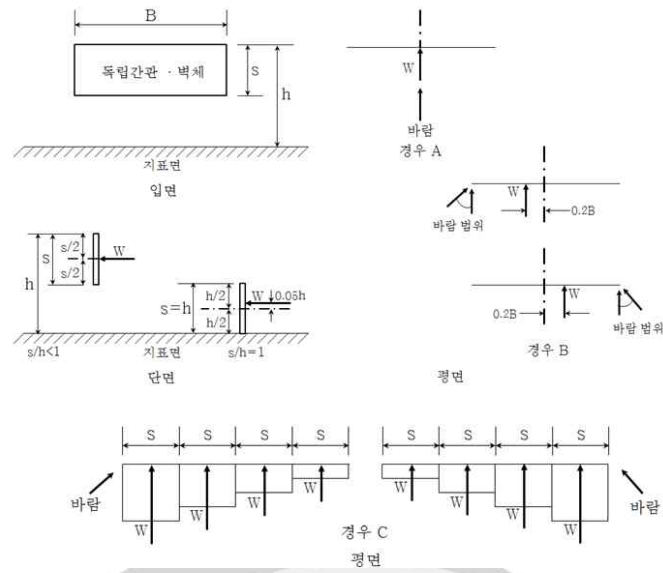
C_D , 경우 C일 때												
영역 (풍상단에서 의 거리)	변장비, B/s											
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	13	≥45	
0~s	2.25	2.60	2.90	3.10*	3.30*	3.40*	3.55*	3.65*	3.75*	4.00*	4.30*	
s~2s	1.50	1.70	1.90	2.00	2.15	2.25	2.30	2.35	2.45	2.60	2.55	
2s~3s	—	1.15	1.30	1.45	1.55	1.65	1.70	1.75	1.85	2.00	1.95	
3s~10s	—	—	1.10	1.05	1.05	1.05	1.05	1.00	0.95	—	—	
3s~4s	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.50	1.85	
4s~5s	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.35	1.85	
5s~10s	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.90	1.10	
>10s	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.55	0.55	

* 모서리가 ㄱ자형의 벽체일 때는 다음의 감소계수를 곱한다.

L_r/s	감소계수
0.3	0.90
1.0	0.75
≥ 2	0.6



- 주) 1) 총면적의 30 % 이하의 개구부가 있는 벽체, 간판을 밀폐형벽체·간판으로 분류한다. 개구부가 있는 밀폐형벽체·간판의 풍력계수에는 저감률 $[1 - (1 - \varepsilon)^{1.5}]$ 을 적용할 수 있다.
- 2) 수직과 경사풍향의 양쪽을 허용하기 위해 다음 경우를 고려해야 한다.
- s/h < 1일 때
- 경우 A : 합력은 기하중심을 통과하는 간판의 면에 수직으로 작용한다.
- 경우 B : 합력은 기하중심으로부터 풍상측으로 간판 평균폭의 0.2배 거리에서 간판의 면에 수직으로 작용한다.
- 경우 C : 합력은 각 영역에서 기하중심을 통과하는 간판의 면에 수직으로 작용한다.
- s/h = 1일 때
- 위와 동일하다. 단, 합력의 수직 위치는 기하중심보다 위쪽으로 간판 평균높이의 0.05배 거리에 작용한다.
- 3) 경우 C에서 s/h > 0.8일 때는 풍력계수에 저감률 $(1.8 - s/h)$ 을 곱해야 한다.
- 4) s/h, B/s의 중간값은 직선보간하여 사용할 수 있다.

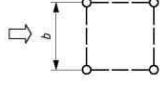
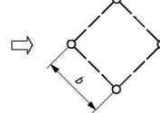


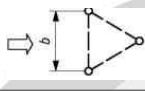
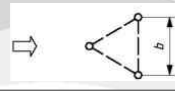
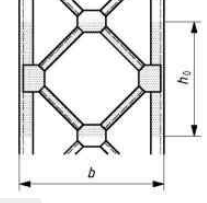
- 기호] B : 벽체 · 간판의 수평길이 (m)
 h : 벽체 · 간판의 높이 (m)
 s : 벽체 · 간판의 수직길이 (m)
 ε : 전면적과 밀폐형벽체 · 간판 면적의 비율
 L_r : 모서리가 T자형의 벽체일 때 짧은 벽의 수평길이 (m)

(4) 래티스형탑상건축구조물

래티스형탑상건축구조물의 주골조설계용 풍력계수 C_D 는 표 5.7-9에 따른다.

표 5.7-9 래티스형탑상건축구조물 풍력계수 C_D

① 사각형 평면의 풍력계수 C_D				
충실율 ϕ	풍향이 구면에 직각인 경우 		풍향이 구면에 45° 인 경우 	
	앵글	원형 강관	앵글	원형 강관
0	3.8	2.3	4.4	2.5
0.5	1.9	1.4	2.3	1.7
0.6	1.9	1.4	2.3	1.7

② 삼각형 평면의 풍력계수 C_D				
충실율 ϕ	 앵글		 원형 강관	
				
0	3.8		2.3	
0.5	1.9		1.4	
0.6	1.9		1.4	

- 주] 1) 유효수압면적은 타워부재의 투영면적으로 한다.
 2) 충실율은 ϕ =유효수압면적/외곽 전면적 ($=bh_0$)이다.
 3) 표에 나타난 충실율 ϕ 의 중간값에 대해서는 직선보간하여 사용할 수 있다.

(5) 개방형간판과 래티스건축구조물

개방형간판과 래티스건축구조물의 주골조설계용 풍력계수 C_D 는 표 5.7-10에 따른다.

표 5.7-10 개방형간판 및 래티스건축구조물의 풍력계수 C_D

ϕ	C_D		
	면으로 구성된 부재	원형부재	
		$d \sqrt{q_z} \leq 5.3$	$d \sqrt{q_z} > 5.3$
0.1 미만	2.0	1.2	0.8
0.1~0.29	1.8	1.3	0.9
0.3~0.7	1.6	1.5	1.1

- 주] 1) 개방형간판구조물의 개방률이 30 % 이상인 경우에 적용한다.
 2) ϕ : 건축구조물의 충실율, ϕ 의 정의는 표 5.7-9와 같다.
 d : 원형부재의 지름 (m)
 q_z : 지표면에서 임의높이 z 에 대한 설계속도압 (N/m^2)

(6) 굴뚝, 탱크, 옥상설비 및 이와 유사한 건축구조물

굴뚝, 탱크, 옥상설비 및 이와 유사한 건축구조물의 주골조설계용 풍력계수 C_D 는 표

5.7-11에 따른다. 단면의 형태, 표면조건 및 단면 최소치수에 대한 높이의 비에 따라 적용한다. 옥상 위에 설치한 팔각뿔 형태 첨탑건축구조물의 풍력계수 C_D 는 표 5.7-12에 따른다.

표 5.7-11 굴뚝, 탱크 및 유사 구조물의 풍력계수 C_D

단면형태	표면조건	C_D		
		$h/d=1$	$h/d=7$	$h/d=25$
사각형(면에 직각풍)	모든 경우	1.3	1.4	2.0
사각형(단면 대각선풍)	모든 경우	1.0	1.1	1.5
육각형 혹은 팔각형	모든 경우	1.0	1.2	1.4
원형($d\sqrt{q_z} > 5.3$)	미끄러운 면	0.5	0.6	0.7
	거친 면 ($d'/d \approx 0.02$)	0.7	0.8	0.9
	매우 거친 면 ($d'/d \approx 0.08$)	0.8	1.0	1.2
원형($d\sqrt{q_z} \leq 5.3$)	모든 경우	0.7	0.8	1.2

주] 위의 표에 없는 C_D 값은 h/d 의 값에 따라 직선보간하여 사용할 수 있다.

기호] d : 원형 단면의 지름 또는 사각, 육각 혹은 팔각형 단면의 수평 최소치수 (m)

d' : 리브 및 스포일러와 같은 내민 요소의 깊이 (m)

h : 건축구조물의 높이 (m)

q_z : 지표면으로부터 임의높이 z 에 대한 설계속도압 (N/m^2)

표 5.7-12 팔각뿔 형태 첨탑건축구조물의 풍력계수 C_D

단면형태	표면조건	C_D		
		$\frac{h}{\sqrt{A_f}} < 4$	$4 \leq \frac{h}{\sqrt{A_f}} < 15$	$\frac{h}{\sqrt{A_f}} \geq 15$
팔각뿔	모든 경우	1.0	1.1	1.2

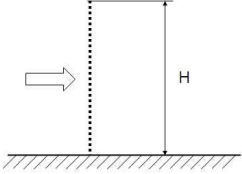
주] h : 첨탑건축구조물의 높이 (m)

A_f : 첨탑건축구조물의 바닥면적 (m^2)

(7) 지상에 설치한 펜스

지상에 설치한 펜스의 풍력계수 C_D 는 표 5.7-13에 따른다.

표 5.7-13 지상에 설치한 펜스의 풍력계수 C_D

충실율 ϕ	C_D	
0	1.2	
0.2	1.5	
0.6	1.7	
≥ 0.9 (평판펜스도 포함)	1.2	

주] 1) 풍하중을 산정 할 때의 면적은 외곽면적에 충실률 ϕ 를 곱한 것으로 한다.

2) 충실률 ϕ 의 정의는 표 5.7-9와 같다.

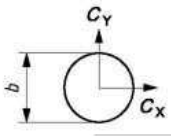
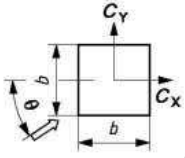
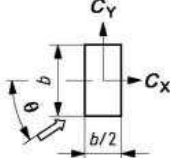
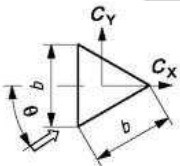
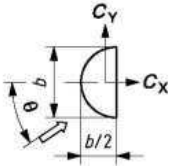
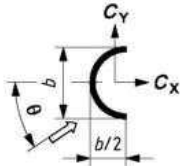
3) 표에 나타난 충실률 ϕ 의 중간값에 대해서는 직선보간하여 사용할 수 있다.

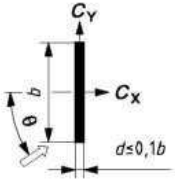
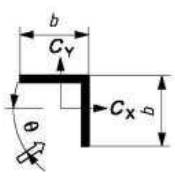
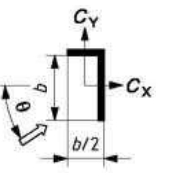
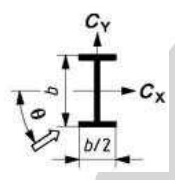
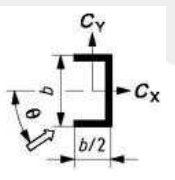
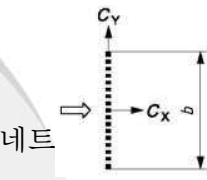
기호] H : 펜스의 정상부 높이(m)

(8) 부재

각종 부재의 풍력계수 C_D 는 표 5.7-14에 따른다.

표 5.7-14 부재의 풍력계수 C_D

								
$C_X = C_Y$			θ	C_X	C_Y	θ	C_X	C_Y
1.2			0°	2.1	0	0°	2.4	0
			45°	1.6	1.6	45°	1.6	0.7
			90°			90°	0	0.8
								
θ	C_X	C_Y	θ	C_X	C_Y	θ	C_X	C_Y
0°	2.1	0	0°	1.2	0	0°	1.1	0
30°	2.1	-0.2	45°	0.8	0.8	45°	0.8	0.7
60°	0.7	1.1	90°	0.6	0.5	90°	0.9	0.5
			135°	-1.7	0.6	135°	-2.3	0.6
			180°	-2.3	0	180°	-2.5	0

								
θ	C_X	C_Y	θ	C_X	C_Y	θ	C_X	C_Y
0°	2.0	0	0°	1.9	2.2	0°	2.0	1.1
45°	1.8	0.1	45°	2.3	2.3	45°	2.3	1.1
90°	0	0.1	90°	2.2	1.9	90°	1.8	0.8
			135°	-1.9	-0.6	135°	-1.7	0
			180°	-2.0	0.3	180°	-2.0	0.1
			225°	-1.4	-1.4	270°	0.6	-0.8
						315°	1.2	-0.2
								
θ	C_X	C_Y	θ	C_X	C_Y	충실률 ϕ	C_X	
0°	2.1	0	0°	2.6	0	0	2	
45°	2.1	0.6	45°	2.0	0.8	0.2	2	
90°	±0.6	0.7	90°	±0.6	0.8	0.6	2.7	
			135°	-1.6	0.6	≥ 0.9 (평판도 포함)	2	
			180°	-2.0	0			

주] 1) 풍하중을 산정할 때 사용하는 면적은 bl 이다. 단, b : 부재 폭, l : 부재 길이

2) 네트의 풍하중을 산정할 때 사용하는 면적은 $bl\phi$ 로 한다. 충실률의 정의는 표 5.7-9와 같다

3) 표에 나타난 각도 θ 및 충실률 ϕ 의 중간값에 대해서는 직선보간하여 사용할 수 있다.

5.8 외장재설계용 피크풍압계수

(1) 외장재설계용 피크풍압계수에는 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$, 피크내압계수 $\hat{C}_{pi}$, 피크순압력계수 $\hat{C}_N$ 가 있다.

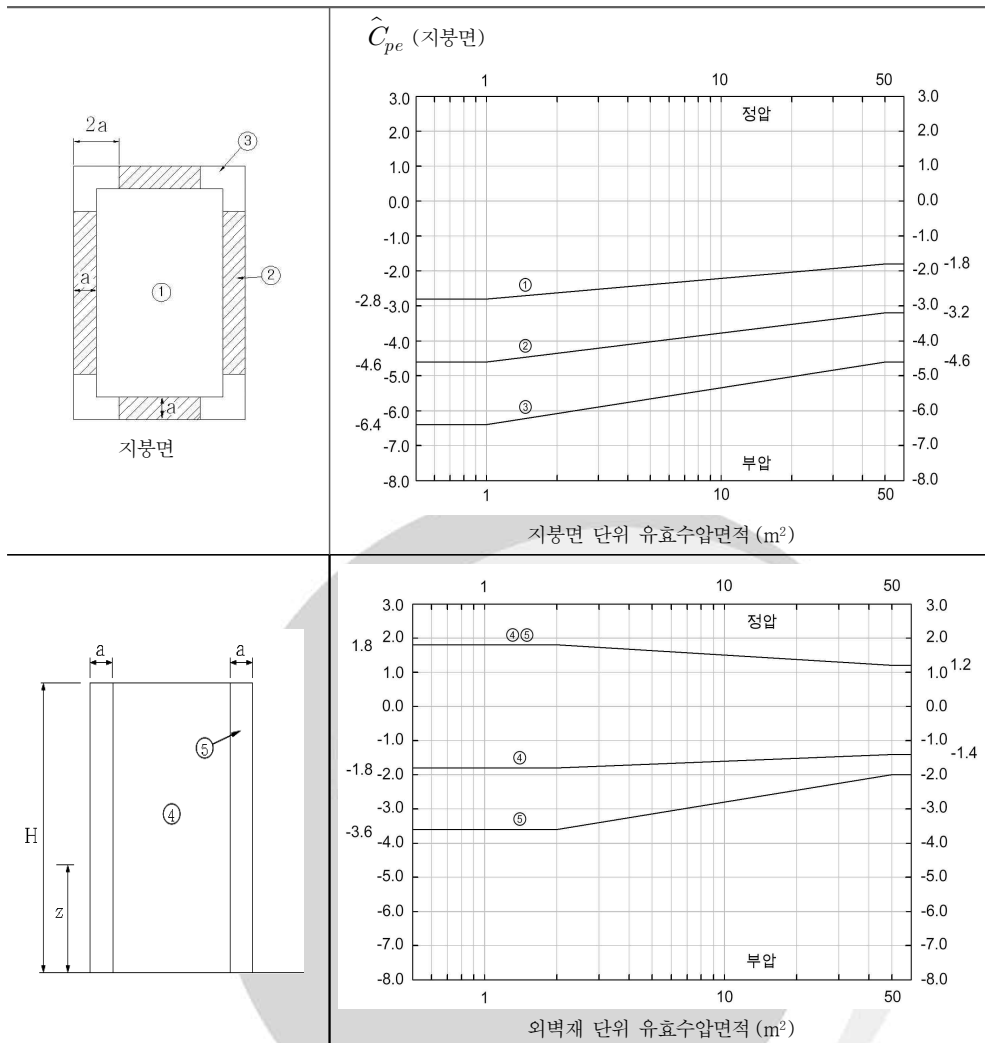
5.8.1 피크외압계수

(1) 피크외압계수는 지붕높이 및 지붕형상에 따라 다음과 같이 산정한다.

① 기준높이 20 m 이상인 건축구조물

기준높이가 20 m 이상인 건축구조물의 외장재설계용 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$ 는 표 5.8-1에 따른다. 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$ 는 정압 및 부압 모든 경우에 안전하도록 설계한다.

표 5.8-1 기준높이 20 m 이상인 건축구조물의 지붕면 및 벽면 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$



- 주] 1) 유효수압면적은 외장재 및 마감재의 압력을 주골조에 전달하는 단위 2차 부재의 유효수압면적
 2) 지붕경사각이 10° 이상인 경우 표 5.8-3의 ②, ③을 사용한다.
 3) 각 외장재 벽면은 최대 정압 및 최대 부압으로 설계한다.
 4) a : 건축구조물 최소폭의 0.1배, 단 1.0 m보다 작지 않아야 한다.

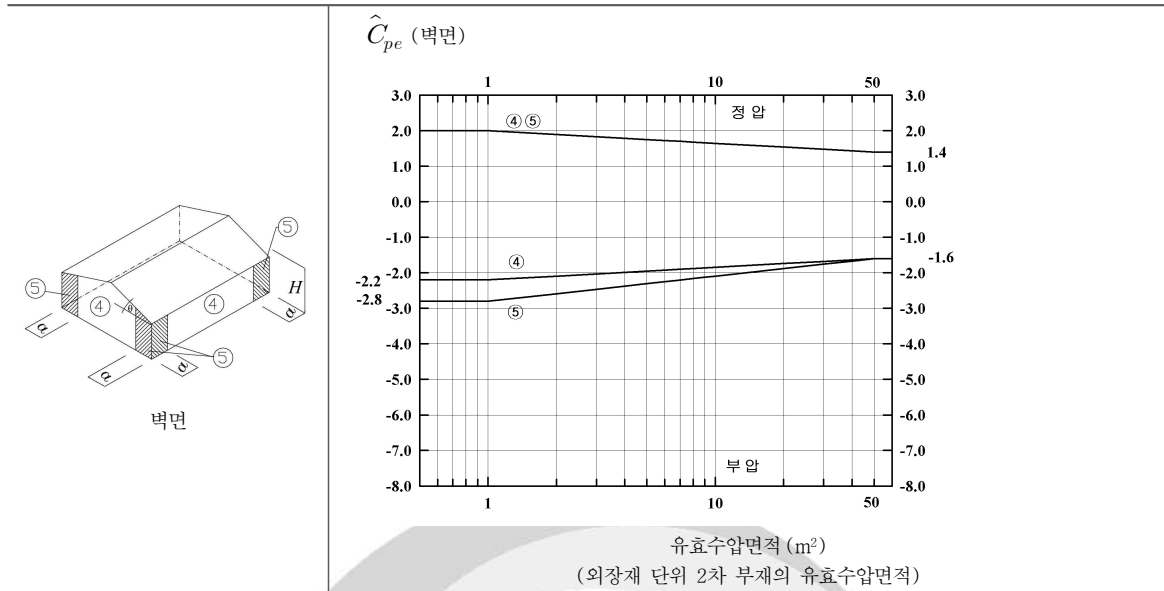
H : 기준높이 (m)

z : 지표면으로부터의 임의높이 (m)

② 기준높이 20 m 미만 박공지붕형 건축구조물

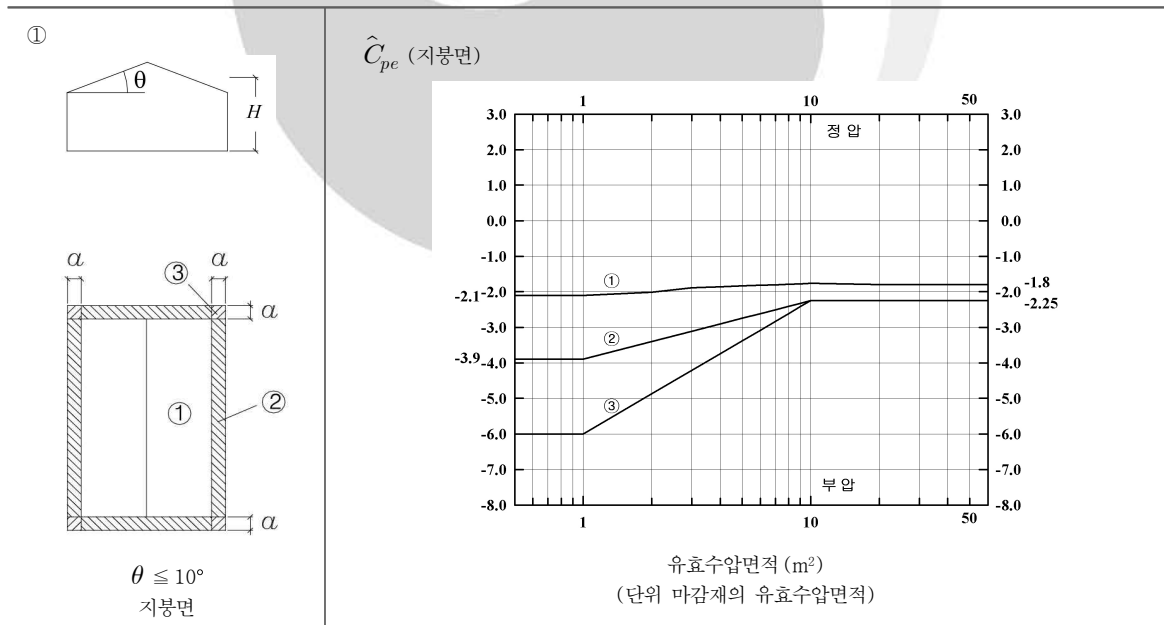
기준높이가 20 m 미만인 평지붕 및 박공지붕형 건축구조물의 벽면에 대한 외장재설계용 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$ 는 표 5.8-2①에 따르고, 지붕면의 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$ 는 표 5.8-2②에 따른다. 피크외압계수는 정압 및 부압 모든 경우에 안전하도록 설계한다.

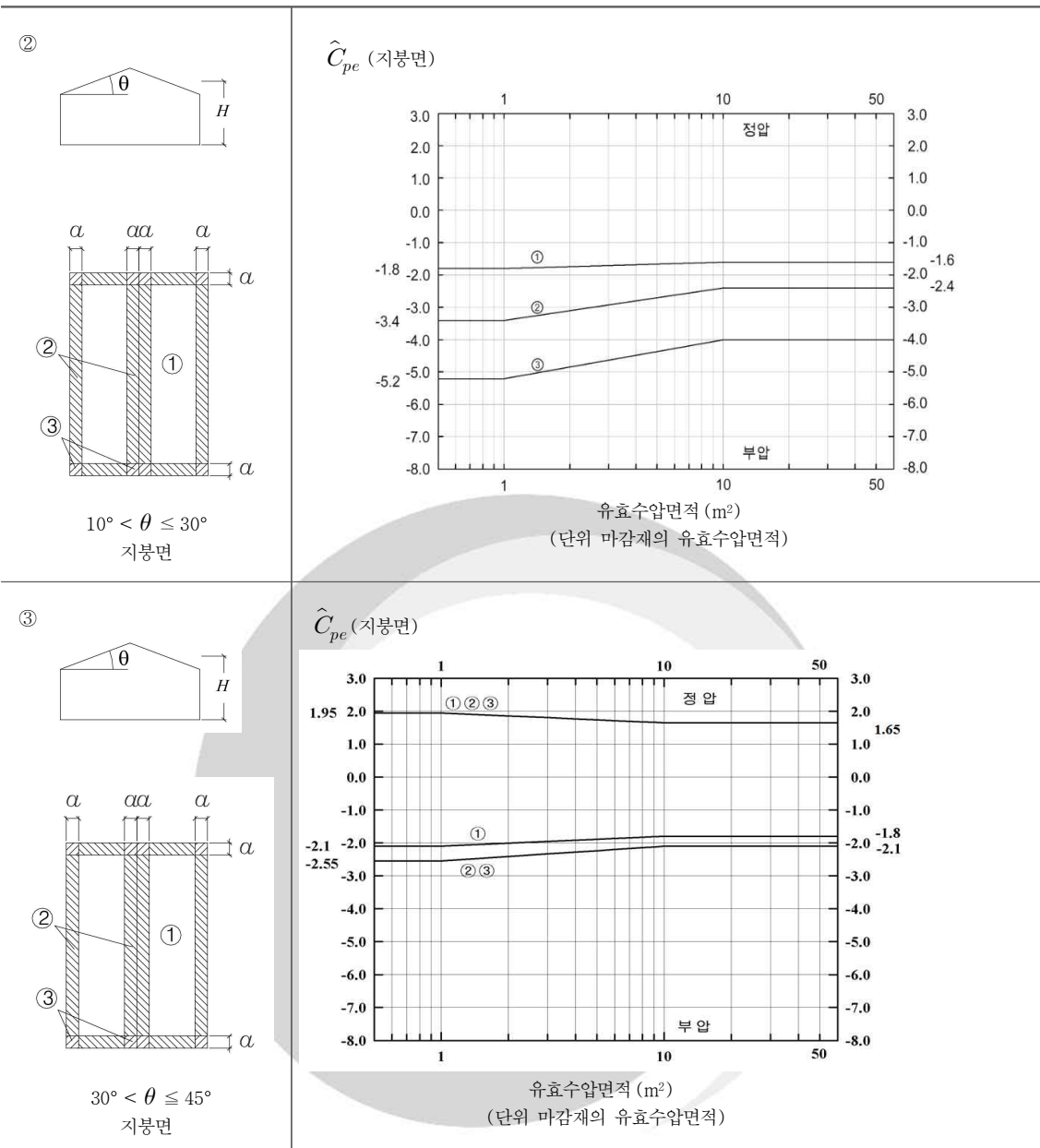
표 5.8-2① 기준높이 20 m 미만인 평지붕 및 박공지붕형 건축구조물의 벽면의 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$



- 주] 1) 종축은 q_H 를 사용한 경우의 $\hat{C}_{pe}$ 값이다.
 2) 각 외장재는 최대정압 및 최대부압을 고려하여 정한다.
 3) $\theta \leq 10^\circ$ 인 경우는 벽면의 $\hat{C}_{pe}$ 값을 10% 줄일 수 있다.
 4) a : 건축구조물 최소폭의 0.1배 혹은 $0.4H$ 중 작은 값. 단, 최소폭의 0.04배 또는 1.0 m 보다 작지 않아야 한다.
 H : 기준높이 (m)

표 5.8-2② 기준높이 20 m 미만인 평지붕 및 박공지붕형 건축구조물 지붕면의 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$



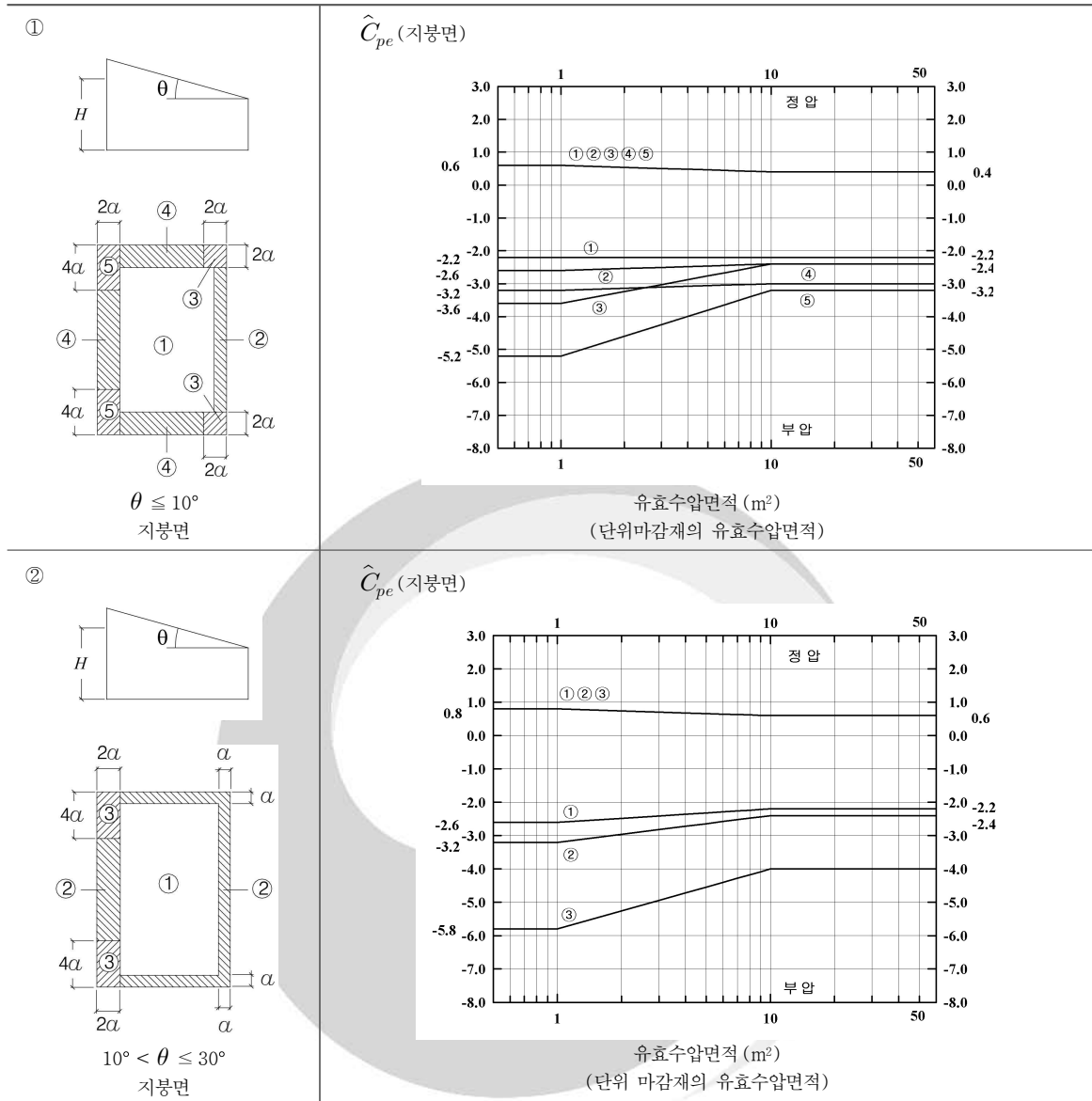


- 주) 1) 종축은 q_H 를 사용한 경우의 $\hat{C}_{pe}$ 값이다.
 2) 각 외장재는 최대정압 및 최대부압을 고려하여 정한다.
 3) a : 건축구조물 최소폭의 0.1배 혹은 $0.4H$ 중 작은 값. 단, 최소폭의 0.04배 또는 1.0 m보다 작지 않아야 한다.
 H : 기준높이(m)

③ 기준높이 20 m 미만 편지붕형 건축구조물

기준높이가 20 m 미만인 편지붕형 건축구조물의 외장재설계용 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$ 는 표 5.8-3에 따른다. 피크외압계수는 정압 및 부압 모든 경우에 안전하도록 설계한다.

표 5.8-3 기준높이 20 m 미만의 편지붕형 건축구조물 지붕면의 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$



주] 1) 종축은 q_H 를 사용한 경우의 $\hat{C}_{pe}$ 값이다.

2) 각 외장재는 최대정압 및 최대부압을 고려하여 정한다.

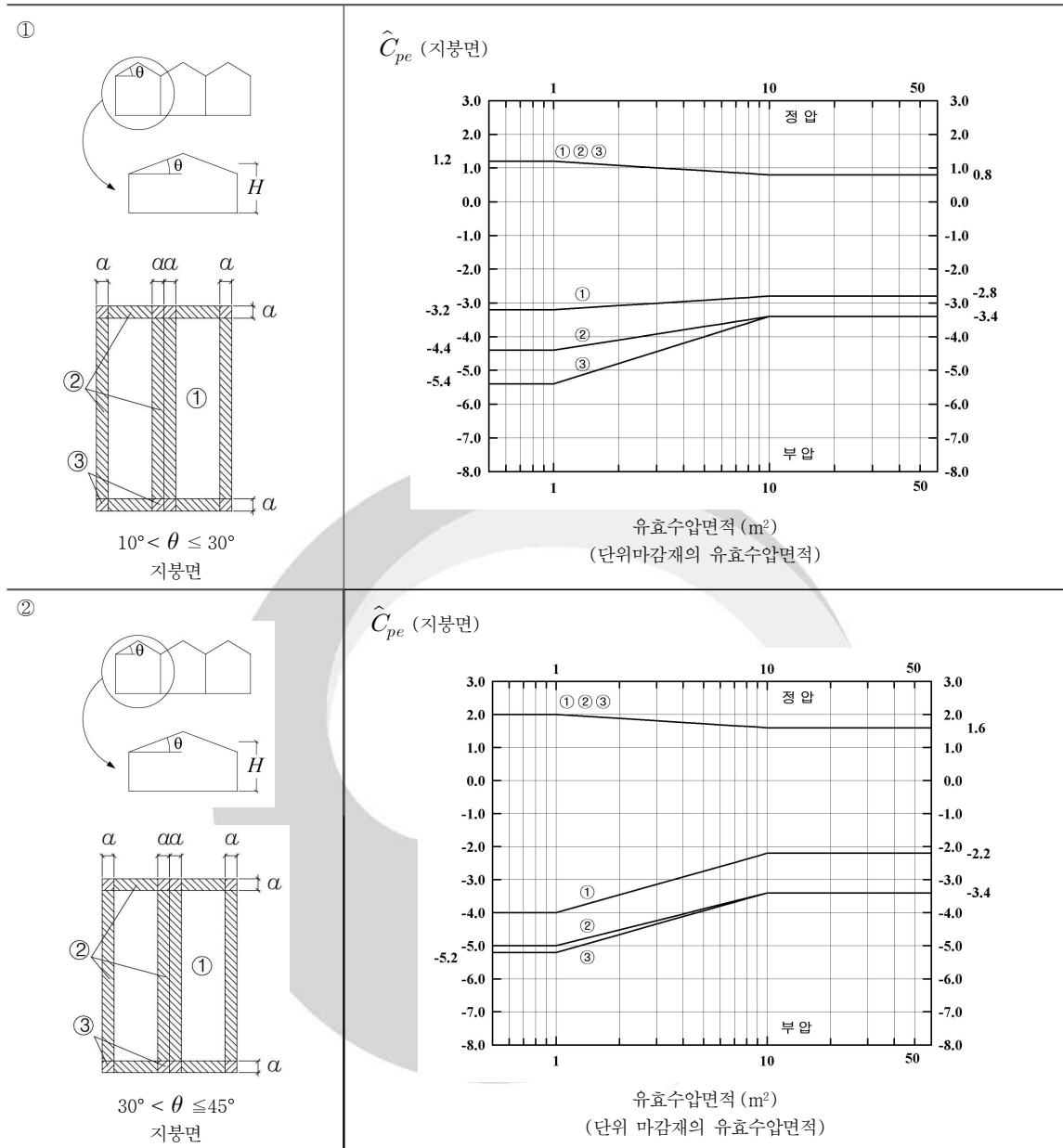
3) a : 건축구조물 최소폭의 0.1배 혹은 $0.4H$ 중 작은 값. 단, 최소폭의 0.04배 또는 1.0m보다 작지 않아야 한다.

H : 기준높이(m)

④ 기준높이 20 m 미만 다중박공지붕형 건축구조물

기준높이가 20 m 미만인 다중박공지붕형 건축구조물의 외장재설계용 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$ 는 표 5.8-4에 따른다. 피크외압계수는 정압 및 부압 모든 경우에 안전하도록 설계한다.

표 5.8-4 기준높이 20 m 미만의 다중 박공지붕형 건축구조물지붕면의 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$



주] 1) 종축은 q_H 를 사용한 경우의 $\hat{C}_{pe}$ 값이다.

2) $\theta \leq 10^\circ$ 인 경우 GC_{pe} 는 표 5.8-2의 ①값을 사용할 수 있다.

3) 각 외장재는 최대정압 및 최대부압으로 정한다.

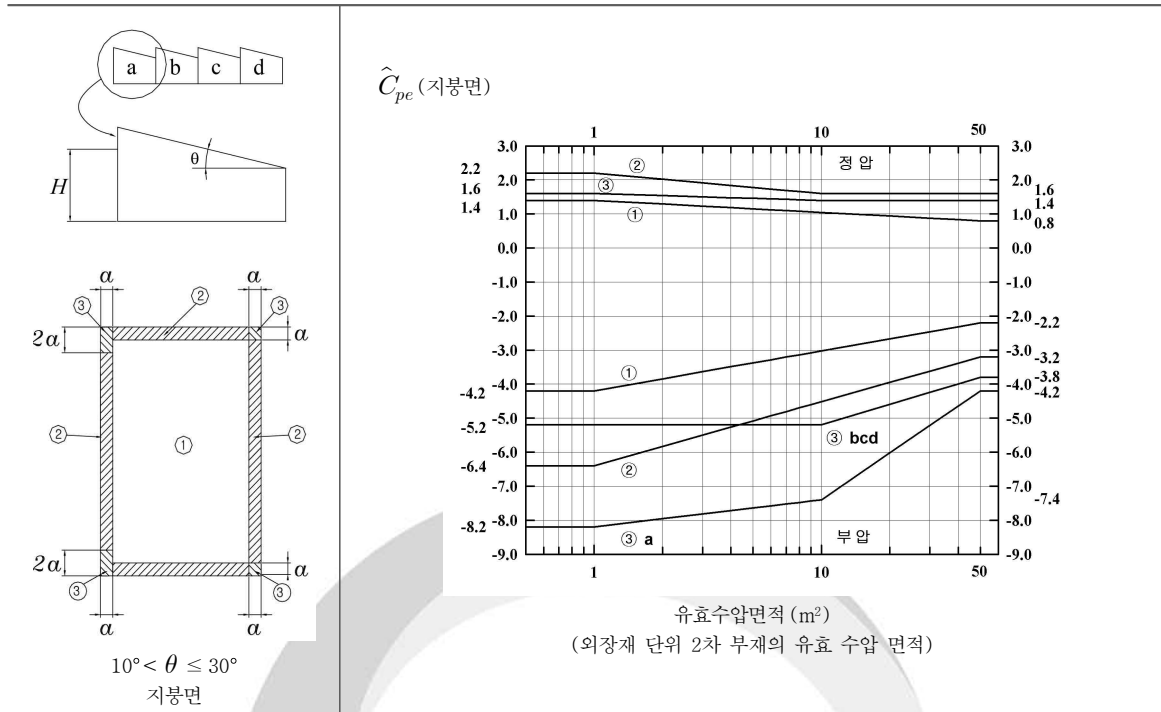
4) a : 건축구조물 1개 스펠에 대한 최소폭의 0.1배 또는 $0.4H$ 중 작은 값. 단 1개 스펠에 대한 최소 폭의 0.04배 또는 1.0 m 보다 작지 않아야 한다.

H : 기준높이 (m)

⑤ 기준높이 20 m 미만 톱니지붕형 건축구조물

기준높이가 20 m 미만인 톱니지붕형 건축구조물의 외장재설계용 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$ 는 표 5.8-5에 따른다. 피크외압계수는 정압 및 부압 모든 경우에 안전하도록 설계한다.

표 5.8-5 기준높이 20 m 미만인 톱니지붕형 건축구조물 지붕면의 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$



주] 1) 종축은 q_H 를 사용한 경우의 $\hat{C}_{pe}$ 값이다.

2) $\theta \leq 10^\circ$ 인 경우에는 표 5.8-2의 ①값을 사용할 수 있다.

3) 각 외장재는 최대정압 및 최대부압으로 정한다.

4) a : 건축구조물 1개 스펠에 대한 최소폭의 0.1배 또는 $0.4H$ 중 작은 값. 단, 1개 스펠에 대한 최소 폭의 0.04 배 또는 1.0 m보다 작지 않아야 한다.

H : 기준높이 (m)

⑥ 아치지붕을 가진 건축구조물

직사각형평면을 가진 기준높이 45 m 이하인 아치지붕 건축구조물의 외장재설계용 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$ 는 표 5.8-6에 따른다.

표 5.8-6 아치지붕면의 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$

① 벽면

정 및 부의 피크외압계수는 지붕면 평균높이에 따라 그림 5.8-1 또는 5.8-2(1)에 따라 정한다.

② 지붕면

정의 피크외압계수

f/B_1	R_a 부			R_b 부			R_c 부		
	h/B_1 =0	h/B_1 =0.3	h/B_1 =0.7	h/B_1 =0	h/B_1 =0.3	h/B_1 =0.7	h/B_1 =0	h/B_1 =0.3	h/B_1 =0.7
0.1	0.8	0.8	0.5	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0
0.3	2.0	2.3	1.8	1.6	1.4	1.2	0.6	0.4	0.4
0.4	2.2	2.4	2.4	1.9	1.8	1.8	0.8	0.6	0.5

주) 1) 표에 주어진 $f/B_1, h/B$ 의 중간값에 대해서는 직선보간하여 사용한다.

2) 정의 피크외압계수는 지붕의 윗 표면에 대해 압력이 아래방향으로 작용하는 경우이다.

부의 피크외압계수

f/B_1	R_a 부			R_b 부			R_c 부			R_d 부		
	h/B_1 =0	h/B_1 =0.3	h/B_1 =0.7	h/B_1 =0	h/B_1 =0.3	h/B_1 =0.7	h/B_1 =0	h/B_1 =0.3	h/B_1 =0.7	h/B_1 =0	h/B_1 =0.3	h/B_1 =0.7
0	-2.5	-3.2	-3.2	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-5.4	-5.4
0.1	-1.4	-4.2	-4.8	-1.8	-2.2	-3.2	-2.5	-2.5	-2.5	-3.4	-4.8	-4.4
0.3	-1.4	-2.4	-2.6	-2.0	-3.2	-3.2	-3.8	-4.4	-4.5	-4.0	-4.4	-4.5
0.4	-1.8	-2.4	-2.6	-2.4	-3.2	-3.2	-4.3	-4.4	-4.6	-4.0	-4.4	-4.8

주) 1) 표에 주어진 $f/B_1, h/B$ 의 중간값에 대해서는 직선보간하여 사용한다.

2) 부의 피크외압계수는 지붕의 윗 표면에 대해 압력이 윗방향으로 작용하는 경우이다.

3) B_1 : 건축구조물의 경간방향 길이 (m)

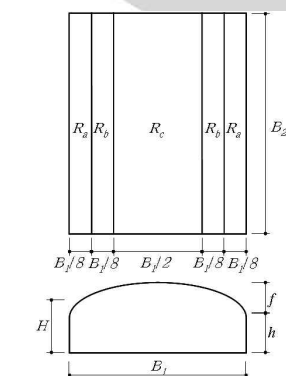
B_2 : 건축구조물의 경간직각방향 길이 (m)

H : 기준높이 (m)

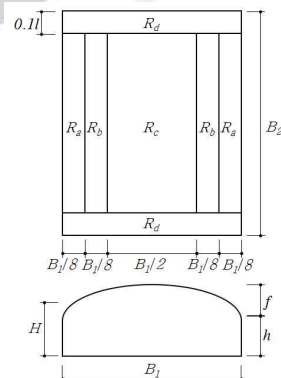
f : 아치높이 (m)

h : 지표면에서 아치지붕 처마까지의 높이 (m)

l : $4H, B_1, B_2$ 중 작은 값 (m)



정의 피크외압계수 영역



부의 피크외압계수 영역

⑦ 돛지붕을 가진 건축구조물

원형평면의 돛지붕을 가진 건축구조물의 외장재설계용 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$ 는 표 5.8-2에 따른다. 단, 벽면부의 h/d 가 1 이하인 건축구조물에만 적용한다.



표 5.8-7 둠지붕을 가진 건축구조물의 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$

① 벽면

정 및 부의 피크외압계수는 표 5.8-8에 따라 정한다.

② 지붕면

정의 피크외압계수

f/d	R_a 부			R_b 부			R_c 부		
	$h/d=0$	$h/d=0.25$	$h/d=1$	$h/d=0$	$h/d=0.25$	$h/d=1$	$h/d=0$	$h/d=0.25$	$h/d=1$
0	0.6	0.4	0.4	1.1	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6
0.05	1.3	0.5	0.5	1.0	0.4	0.4	0.5	0.1	0.1
0.1	1.7	-0.7	0.7	0.9	0.3	0.3	0.4	0	0
0.2	0.9 ($1+7I_H$)	0.6 ($1+7I_H$)	0.4 ($1+7I_H$)	1.2	0.6	0.6	0.2	0	0
0.5	$1+7I_H$	$1+7I_H$	$1+7I_H$	1.9	1.3	0.7	0.3	0	0

주] 1) I_H 는 기준높이 H 에서의 난류강도로 식(5.5-3.a)에서 z 를 H 로 대체한 값.

2) 표에 주어진 f/d , h/d 의 중간값에 대해서는 직선보간하여 사용한다.

3) 정의 피크 외압계수는 지붕의 윗 표면에 대해 압력이 아랫방향으로 작용하는 경우이다.

부의 피크외압계수

f/d	R_a 부			R_b 부			R_c 부		
	$h/d=0$	$h/d=0.25$	$h/d=1$	$h/d=0$	$h/d=0.25$	$h/d=1$	$h/d=0$	$h/d=0.25$	$h/d=1$
0	-4.4	-5.1	-3.3	-1.5	-3.7	-3.0	-0.4	-2.3	-2.3
0.05	-3.0	-4.8	-3.3	-1.5	-2.7	-2.7	-1.3	-1.3	-1.3
0.1	-2.0	-4.2	-3.0	-1.5	-2.2	-2.2	-1.4	-1.4	-1.4
0.2	-2.0	-2.0	-2.0	-1.9	-1.9	-1.9	-2.1	-2.1	-2.1
0.5	-2.6	-2.6	-2.6	-2.8	-2.8	-2.8	-3.0	-3.0	-3.0

주] 1) 표에 주어진 f/d , h/d 의 중간값에 대해서는 직선보간하여 사용한다.

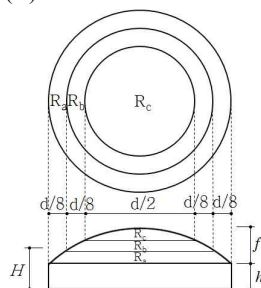
2) 부의 피크 외압계수는 지붕의 윗 표면에 대해 압력이 윗방향으로 작용하는 경우이다.

3) d : 건축구조물의 외경 (m)

H : 기준높이 (m)

f : 아치높이 (m)

h : 지표면에서 둠지붕 처마까지의 높이 (m)



⑧ 원형평면을 가진 건축구조물

원형평면을 가진 건축구조물의 외장재설계용 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$ 는 표 5.8-8에 따른다. 단, $H/d \leq 8$ 인 건축구조물에만 적용한다.

표 5.8-8 원형평면을 가진 건축구조물의 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$

① 벽면

- 정의 피크외압계수

$$\hat{C}_{pe} = k_z (1 + 7I_z)$$

여기서, k_z : 높이방향압력분포계수로 표 5.7-1에 따라 구한다.

I_z : 지표면으로부터 높이 z 에서의 난류강도로 식(5.5-3.a)에 따라 구한다.

단, $H < z_b$ 인 경우 위의 k_z, I_z 을 구할 때는 H 에서의 값으로 한다.

z_b : 대기경계층시작높이 (m) (표 5.5-3에 따른다)

- 부의 피크외압계수

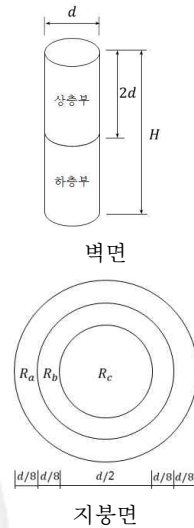
$$\hat{C}_{pe} = -[(k_1 - 1)k_2 + k_3 + 1.4](1 + 7I_H)$$

여기서, k_1 : H/d 의 영향을 나타내는 계수로 표 5.7-5에 따라 구한다.

k_2 : 표면저칠기의 영향을 나타내는 계수로 표 5.7-5에 따라 구한다.

k_3 : 단부효과를 나타내는 계수로 아래 표에 따라 구한다.

I_H : 기준높이 H 에서의 난류강도로 식(5.5-3.a)에서 z 를 H 로 대체한 값.



d : 건축구조물의 외경 (m)

H : 기준높이 (m)

k_3			
하층부	상층부		
0.2	$H/d \leq 2$	$2 < H/d \leq 7$	$7 < H/d \leq 8$
	0.2	$0.1(H/d)$	0.7

② 지붕면

- 정의 피크외압계수: 검토할 필요 없다.

- 부의 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$

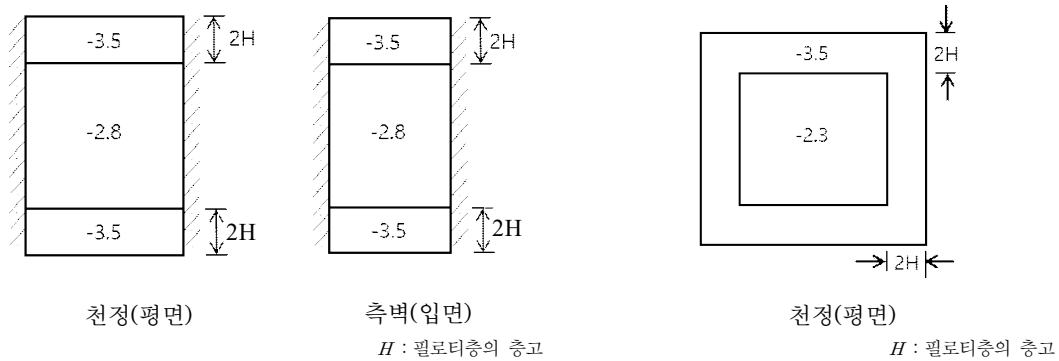
R_a 부			R_b 부			R_c 부		
$H/d = 0$	$H/d = 0.25$	$H/d = 1$	$H/d = 0$	$H/d = 0.25$	$H/d = 1$	$H/d = 0$	$H/d = 0.25$	$H/d = 1$
-4.4	-5.1	-3.3	-1.5	-3.7	-3.0	-0.4	-2.3	-2.3

주) 1) 표에 주어진 H/d 의 중간값에 대해서는 직선보간하여 사용한다.

2) $H/d > 1$ 인 경우에는 $H/d = 1$ 의 값을 사용한다.

⑨ 필로티

필로티의 천정과 측벽에 대한 외장재설계용 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$ 는 그림 5.8-1에 따른다.



(a) 관통형(양측벽이 막혀있는 경우) (b) 개방형(사면이 개방된 경우)

그림 5.8-1 필로티의 피크외압계수 $\hat{C}_{pe}$

5.8.2 피크내압계수

- (1) 벽 및 지붕의 외장재설계용 피크내압계수 $\hat{C}_{pi}$ 는 개구부 크기에 따라 표 5.8-9에 따라 정한다.
단, 벽 또는 지붕 각 표면에서의 개구부면적의 합이 그 표면면적의 30%를 초과할 경우에는 표 5.8-9에 주어진 값을 적용할 수 없다.

표 5.8-9 벽 및 지붕의 외장재설계용 피크내압계수 $\hat{C}_{pi}$

밀폐의 분류		$\hat{C}_{pi}$
밀폐형건축구조물	한 벽면 틈새, 그 외 표면 밀폐	+1.40 또는 -0.80
	마주보는 두 벽면 틈새, 그 외 표면 밀폐	+0.40 또는 -0.80
	이웃하는 두 벽면 틈새, 그 외 표면 밀폐	+0.40 또는 -0.60
	이웃하는 세 벽면 틈새, 그 외 표면 밀폐 모든 표면(벽면 및 지붕) 틈새	0.00 또는 -1.20
	모든 벽면 틈새, 지붕 밀폐	0.00 또는 -0.80
	모든 표면(벽면 및 지붕) 밀폐	0.00 또는 -0.40
부분밀폐형 건축구조물	탁월 개구부 1	+1.10 또는 -1.10
	탁월 개구부 2	+1.40 또는 -1.40
	윗면이 개방된 사일로, 굴뚝	-1.20
개방형건축구조물		0.00

- 주] 1) 밀폐형건축구조물은 정압 받는 벽에 있는 개구부의 총면적이 그 벽 면적의 1% 이하인 경우
2) 틈새는 공기가 누출되는 면적이 그 표면면적의 0.01 %에서 0.1 %일 때
3) 밀폐는 틈새의 면적이 그 표면면적의 0.01 % 이하일 때
4) 탁월개구부 1은 탁월개구부가 있는 표면의 개구부면적이 그 외 표면 개구부면적의 2배
5) 탁월개구부 2는 탁월개구부가 있는 표면의 개구부면적이 그 외 표면 개구부면적의 3배 이상
6) 개방형은 각 벽면이 80 % 이상 개방되었을 때
7) 밀폐의 분류가 위 표 구분의 중간에 속할 경우에는 직선보간 한다.

5.8.3 독립지붕의 피크순압력계수

(1) 편지붕

직사각형 평면을 가진 독립편지붕의 외장재설계용 피크순압력계수 $\hat{C}_N$ 는 표 5.8-10에 따라 정한다.

표 5.8-10 독립편지붕의 피크순압력계수 $\hat{C}_N$

지붕 경사각 $\theta(^{\circ})$	유효수압 면적	$\hat{C}_N$											
		개방흐름						장애흐름					
		영역③		영역②		영역①		영역③		영역②		영역①	
0	$\leq a^2$	5.1	-7.0	3.8	-3.6	2.6	-2.3	2.1	-7.7	1.7	-3.8	1.1	-2.6
	$> a^2, \leq 4a^2$	3.8	-3.6	3.8	-3.6	2.6	-2.3	1.7	-3.8	1.7	-3.8	1.1	-2.6
	$> 4a^2$	2.6	-2.3	2.6	-2.3	2.6	-2.3	1.1	-2.6	1.1	-2.6	1.1	-2.6
7.5	$\leq a^2$	6.8	-9.0	5.1	-4.5	3.4	-3.0	3.4	-10.9	2.6	-5.5	1.7	-3.6
	$> a^2, \leq 4a^2$	5.1	-4.5	5.1	-4.5	3.4	-3.0	2.6	-5.5	2.6	-5.5	1.7	-3.6
	$> 4a^2$	3.4	-3.0	3.4	-3.0	3.4	-3.0	1.7	-3.6	1.7	-3.6	1.7	-3.6
15	$\leq a^2$	7.7	-8.1	5.8	-6.2	3.8	-4.1	5.1	-9.0	3.8	-6.8	2.6	-4.5
	$> a^2, \leq 4a^2$	5.8	-6.2	5.8	-6.2	3.8	-4.1	3.8	-6.8	3.8	-6.8	2.6	-4.5
	$> 4a^2$	3.8	-4.1	3.8	-4.1	3.8	-4.1	2.6	-4.5	2.6	-4.5	2.6	-4.5
30	$\leq a^2$	11.1	-10.7	8.3	-8.1	5.5	-5.3	6.8	-9.8	5.1	-7.5	3.4	-4.9
	$> a^2, \leq 4a^2$	8.3	-8.1	8.3	-8.1	5.5	-5.3	5.1	-7.5	5.1	-7.5	3.4	-4.9
	$> 4a^2$	5.5	-5.3	5.5	-5.3	5.5	-5.3	3.4	-4.9	3.4	-4.9	3.4	-4.9
45	$\leq a^2$	11.1	-9.8	8.3	-7.5	5.5	-4.9	9.0	-8.1	6.8	-6.2	4.5	-4.1
	$> a^2, \leq 4a^2$	8.3	-7.5	8.3	-7.5	5.5	-4.9	6.8	-6.2	6.8	-6.2	4.5	-4.1
	$> 4a^2$	5.5	-4.9	5.5	-4.9	5.5	-4.9	4.5	-4.1	4.5	-4.1	4.5	-4.1

주] 1) 개방흐름은 지붕 밑의 공간이 50 % 이상 장애물 없이 트인 경우이고, 장애흐름은 지붕 밑의 공간이 50 % 이상 장애물로 막힌 경우이다.

2) +부호는 지붕의 윗 표면에 대해 압력이 아랫방향으로 작용하는 경우이고, -부호는 위 방향으로 작용하는 경우이다.

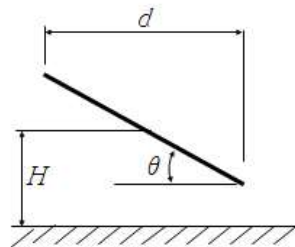
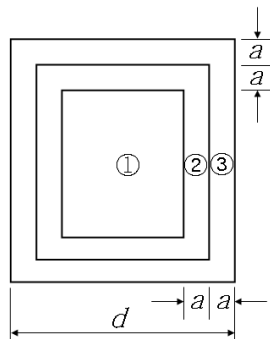
3) 표에서 주어진 θ 의 중간 값은 직선보간하여 사용한다.

4) 외장재설계는 표에 주어진 정압과 부압계수에 대해 수행해야 한다.

5) a : 건축구조물 최소폭의 0.1배 또는 $0.4H$ 중 작은 값, 단 1.0 m보다 작지 않아야 한다.

H : 기준높이 (m)

d : 건축구조물의 풍방향 수평길이 (m)



(2) 경사지붕

직사각형 평면을 가진 독립경사지붕의 외장재설계용 피크순압력계수 $\hat{C}_N$ 는 표 5.8-11에 따라 정한다.

표 5.8-11 독립경사지붕의 피크순압력계수 $\hat{C}_N$

① 정의 피크순압력계수		
	지붕경사각 θ°	$\hat{C}_N$
R_a 부	$-30^\circ \leq \theta \leq -10^\circ$	$(0.65 - 0.015\theta)(1 + 7I_H)$
	$-10^\circ < \theta < 10^\circ$	$0.8(1 + 7I_H)$
	$10^\circ \leq \theta \leq 30^\circ$	$(0.55 + 0.025\theta)(1 + 7I_H)$
R_b 부	$-30^\circ \leq \theta \leq -10^\circ$	$(0.9 - 0.02\theta)(1 + 7I_H)$
	$-10^\circ < \theta < 10^\circ$	$1.1(1 + 7I_H)$
	$10^\circ \leq \theta \leq 30^\circ$	$(0.85 + 0.025\theta)(1 + 7I_H)$

주) 1) I_H : 기준높이 H 에서의 난류강도로 식(5.5-3.a)에서 z 를 H 로 대체한 값.

θ : 표 5.7-7의 주)에서 정해지는 지붕경사각

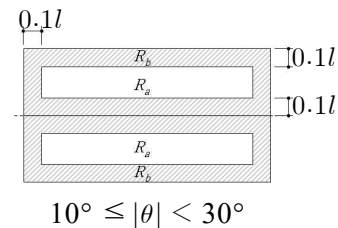
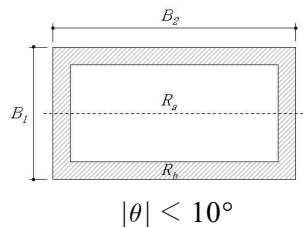
l : $4H, B_1, B_2$ 중 작은 값

2) 정의 피크순압력계수는 지붕에 대해 풍압력이 아래방향으로 작용하는 경우이다.

② 부의 피크순압력계수		
	지붕경사각 θ°	$\hat{C}_N$
R_a 부	$ \theta < 10$	-3.5
	$10 \leq \theta \leq 30$	$-2.9 - 0.06 \theta $
R_b 부	$ \theta < 10$	-4.5
	$10 \leq \theta \leq 30$	$-3.8 - 0.075 \theta $

주: 1) θ : 표 5.7-7의 주)에서 정해지는 지붕경사각.

2) 부의 피크순압력계수는 지붕에 대해 풍압력이 위방향으로 작용하는 경우이다.



5.9 주골조설계용 풍직각방향풍하중

5.9.1 적용범위

(1) 이 절은 주골조설계용 수평풍하중 가운데 풍직각방향풍하중을 산정하는 경우에 적용하며, 다음의 모든 조건을 만족하는 건축구조물이 벽면에 수직인 방향에서 바람을 받는 경우를 대상으로 한다.

① 평면형상이 사각형이고 높이방향으로 일정하다.

$$\textcircled{2} \frac{H}{\sqrt{BD}} \leq 6$$

$$\textcircled{3} 0.2 \leq \frac{D}{B} \leq 5$$

$$\textcircled{4} \frac{V_H}{n_L \sqrt{BD}} \leq 10$$

여기서, H : 건축구조물의 기준높이 (m) (5.1.2(6)에 따른다)

B : 건축구조물의 대표폭 (m)

D : 건축구조물의 깊이 (m)

V_H : 설계풍속 (m/s) (5.5.1에 따른다.)

n_L : 풍직각방향1차고유진동수 (Hz)

5.9.2 산정식

(1) 지상높이 z 에서의 구조골조용 풍직각방향풍하중 $W_L(z)$ 은 식(5.9-1)에 따라 산정한다.

$$W_L(z) = 3 g_L C_{M,L}' q_H A \left(\frac{z}{H} \right) \sqrt{1 + \phi_L^2 R_L} \text{ (N)} \quad (5.9-1)$$

$$\text{단, } g_L = \sqrt{2 \ln(600 n_L)} + 1.2$$

$$C_{M,L}' = 0.0073 (D/B)^3 - 0.0629 (D/B)^2 + 0.1959 (D/B) \quad (5.9-1. a)$$

$$\phi_L = \left(\frac{z}{H} \right)^{\beta-1} \phi_L' \quad (5.9-1. b)$$

$$\phi_L' = \frac{M}{3 M_L^*} \lambda \quad (5.9-1. c)$$

$$M_L^* = \int_0^H m(z) \mu^2(z) dz \quad (5.9-1.d)$$

$\beta = 1.0$: 중앙부에 코어가 있는 모멘트저항골조 건축구조물 또는 큰 기둥과 전단가새로 이

루어진 건축구조물

$\beta = 1.5$: 세장한 캔틸레버형 건축구조물 및 중앙의 철근콘크리트 코어에 의해 지지되는 건축구조물

$\beta = 2.0$: 탑, 굴뚝

$$R_L = \frac{\pi F_L}{4\zeta_L} \quad (5.9-1.d)$$

$$F_L = \sum_{j=1}^m \frac{4k_j(1+0.5\beta_j)\beta_j}{\pi} \frac{(n_L/n_{pj})^2}{[1-(n_L/n_{pj})^2]^2 + 4\beta_j^2(n_L/n_{pj})^2} \quad (5.9-1.e)$$

$$k_1 = 1.0$$

$$k_2 = 0.01$$

$$m = \begin{cases} 1 & (D/B < 3) \\ 2 & (D/B \geq 3) \end{cases}$$

$$n_{p1} = \frac{0.11}{[1+0.39(D/B)^2]^{0.8}} \frac{V_H}{B} \quad (0.2 \leq D/B \leq 5)$$

$$n_{p2} = \frac{0.61}{(D/B)^{0.89}} \frac{V_H}{B} \quad (3 \leq D/B \leq 5)$$

$$\beta_1 = \frac{3.41(D/B)^4 - 12.69(D/B)^3 + 14.13(D/B)^2 - 7.01(D/B) + 1.41}{3.83(D/B)^4 - 11.45(D/B)^3 + 7.56(D/B)^2 - 2.98(D/B) + 1} \quad (0.2 \leq D/B \leq 5)$$

$$\beta_2 = \frac{0.31}{(D/B)^{0.41}} \quad (3 \leq D/B \leq 5)$$

여기서, g_L : 풍직각방향피크팩터

$C_{M,L}'$: 풍직각방향변동전도모멘트계수

q_H : 설계속도압 (N/m²) (5.5에 따른다)

A : 지상높이 z 에서 풍향에 수직한 면에 투영된 건축구조물의 유효수압면적 (m²)

단, 1개 층을 대상으로 할 때의 유효수압면적은 $A = Bh$, h 는 층높이 (m)

z : 지표면으로부터의 높이 (m)

H : 건축구조물의 기준높이 (m) (5.1.2(6)에 따른다)

R_L : 풍직각방향변동전도모멘트의 공진계수

n_L : 풍직각방향1차고유진동수 (Hz)

B : 건축구조물의 대표폭 (m)

D : 건축구조물의 깊이 (m)

ϕ_L : 풍직각방향 진동모드보정계수

ϕ_L' : 풍직각방향 진동모드 보정에 관한 계수 (그림 5.9-1)

$\frac{M}{3M_L^*}$: 풍직각방향 일반화질량의 진동모드차이에 따른 모드보정계수

M : 건축구조물의 지상부 총질량 (kg)

M_L^* : 풍직각방향 1차진동 일반화 질량 (kg)

λ : 일반화변동풍력의 진동모드의 차이에 따른 보정계수로 식 (5.6-1.i)에 따른다.

$m(z)$: 높이 z 에서 단위높이당 질량 (kg/m)

$\mu(z)$: 건축구조물의 진동모드로 식(5.6-2.c)에 따름

β : 1차진동모드 $\mu_1 = \left(\frac{z}{H}\right)^\beta$ 의 연직분포형상지수, β 는 건축구조물의 자유진동해석에서 구한 모드형상으로부터 산정함. 모드형상을 알 수 없는 경우에는 이 기준에서 제시한 β 값을 사용할 수 있음.

F_L : 풍직각방향진동의 풍력스펙트럼계수 (그림 5.9-2)

ζ_L : 풍직각방향진동의 1차감쇠비

V_H : 설계풍속 (m/s) (5.5.1에 따른다.)

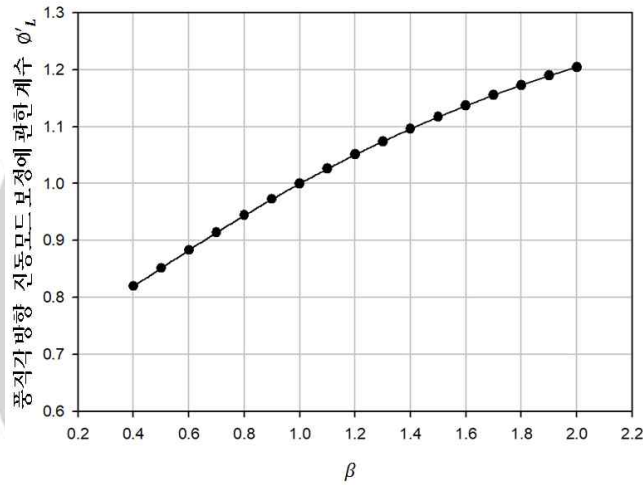
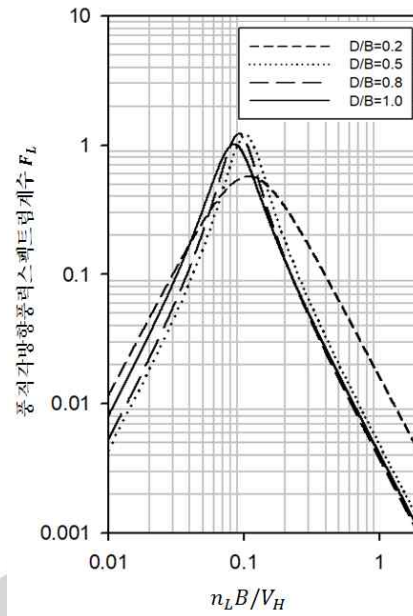
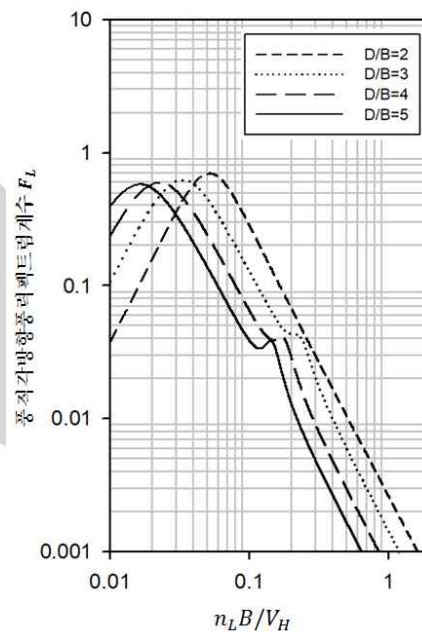


그림 5.9-1 풍직각방향 진동모드 보정에 관한 계수 ϕ'_L



(a) $D/B < 1.0$



(b) $D/B \geq 1.0$

그림 5.9-2 풍직각방향 풍력스펙트럼계수 F_L

5.10 주골조설계용 비틀림풍하중

5.10.1 적용범위

(1) 이 절은 주골조설계용 수평풍하중 가운데 비틀림풍하중을 산정하는 경우에 적용하며, 다음

의 모든 조건을 만족하는 건축구조물이 벽면에 수직인 방향에서 바람을 받는 경우를 대상으로 한다.

① 평면형상이 사각형이고 높이방향으로 일정하다.

$$\textcircled{2} \frac{H}{\sqrt{BD}} \leq 6$$

$$\textcircled{3} 0.2 \leq \frac{D}{B} \leq 5$$

$$\textcircled{4} \frac{V_H}{n_T \sqrt{BD}} \leq 10$$

여기서, H : 건축구조물의 기준높이 (m) (5.1.2(6)에 따른다)

B : 건축구조물의 대표폭 (m)

D : 건축구조물의 깊이 (m)

V_H : 설계풍속 (m/s) (5.5.1에 따른다.)

n_T : 비틀림1차고유진동수 (Hz)

5.10.2 산정식

(1) 지상높이 z 에서의 구조골조용 비틀림풍하중 $W_T(z)$ 는 식(5.10-1)에 따라 산정한다.

$$W_T(z) = 1.8 g_T C_T' q_H B A \left(\frac{z}{H} \right) \sqrt{1 + \phi_T^2 R_T} \text{ (N}\cdot\text{m)} \quad (5.10-1)$$

$$\text{단, } g_T = \sqrt{2 \ln(600 n_T) + 1.2}$$

$$C_T' = 0.04 (D/B)^2 + 0.02 \quad (5.10-1a)$$

$$\phi_T = \left(\frac{z}{H} \right)^{\beta-1} \phi_T' \quad (5.10-1.b)$$

$$\phi_T' = \frac{M(B^2 + D^2)}{36 I_T^*} \lambda \quad (5.10-1.c)$$

$$I_T^* = \int_0^H i(z) \mu^2(z) dz \quad (5.10-1.d)$$

$$i(z) = \frac{m(z)(B^2 + D^2)}{12} \quad (5.10-1.e)$$

$\beta = 1.0$: 중앙부에 코어가 있는 모멘트저항골조 건축구조물 또는 큰 기둥과 전단가새로 이루어진 건축구조물

$\beta = 1.5$: 세장한 캔틸레버형 건축구조물 및 중앙의 철근콘크리트 코어에 의해 지지되는 건축구

조물

$\beta = 2.0$: 탑, 굴뚝

$$R_T = \frac{\pi F_T}{4\zeta_T} \quad (5.10-1.f)$$

$$F_T = 0.8F_B + \nu_1 F_V + w_1 F_W$$

$$F_B = \frac{18 n_m^*}{[1 + 0.46 (18 n_m^*)^{1.8}]^{2.3}}$$

$$F_V = \frac{1}{\nu_2 \sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -0.5 \left[\frac{\ln(n_s^*/\nu_3) + 0.5\nu_2^2}{\nu_2} \right]^2 \right\}$$

$$F_W = \frac{1}{w_2 \sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -0.5 \left[\frac{\ln(n_m^*/w_3) + 0.5w_2^2}{w_2} \right]^2 \right\}$$

$$n_s^* = \frac{8.3 n_T B [1 + 0.38 (D/B)^{1.5}]^{0.89}}{V_H}$$

$$n_m^* = \frac{n_T B}{V_H}$$

표 5.10-1 비틀림모멘트스펙트럼계수 F_T 를 결정하는 변수

	$\frac{D}{B} \leq 0.9$	$\frac{D}{B} > 0.9$	$\frac{D}{B} \leq 1$	$\frac{D}{B} > 1$
ν_1	$-2 \left[\left(\frac{D}{B} \right)^2 - \left(\frac{D}{B} \right) \right]$	$0.1 \left(\frac{D}{B} \right)^{-1}$	-	-
ν_2	$0.56 I_H \left(\frac{D}{B} \right)^{-1}$	$2 I_H \left(\frac{D}{B} \right)^{0.5}$	-	-
ν_3	-	-	$0.8 \left(\frac{D}{B} \right)^{-0.2}$	$0.18 \left(\frac{D}{B} \right)$
w_1	$0.04 \left(\frac{D}{B} \right)^{-0.5}$	0.06	-	-
w_2	$1.75 \sqrt{I_H}$	$0.7 \sqrt{I_H}$	-	-
w_3	$0.24 \left(\frac{D}{B} \right)^{-0.4}$		-	-

여기서, g_T : 비틀림모멘트피크팩터

C_T' : 변동비틀림모멘트계수

q_H : 속도압 (N/m²) (5.5에 따른다)

A : 지상높이 z 에서 풍향에 수직한 면에 투영된 건축구조물의 유효수압면적 (m²)

단, 1개 층을 대상으로 할 때의 유효수압면적은 $A = Bh$, h 는 층높이 (m)

z : 지표면으로부터의 높이 (m)

H : 건축구조물의 기준높이 (m) (5.1.2(6)에 따른다)

ϕ_T : 비틀림진동모드보정계수

ϕ'_T : 비틀림진동모드 보정에 관한 계수 (그림 5.10-1)

I_T^* : 비틀림진동일반화관성모멘트 (kgm²)

$i(z)$: 높이 z 에서의 단위높이당관성모멘트 (kg m²/m)

β : 1차진동모드 $\mu_1 = (z/H)^\beta$ 의 연직분포형상지수, β 는 건축구조물의 자유진동해석에서 구한 모드형상으로부터 산정함. 모드형상을 알 수 없는 경우에는 이 기준에서 제시한 β 값을 사용할 수 있음.

$\frac{M(B^2 + D^2)}{36 I_T^*}$: 비틀림방향 일반화관성모멘트의 진동모드 차이에 따른 보정계수

M : 건축구조물의 지상부 총질량 (kg)

λ : 일반화변동풍력의 진동모드 차이에 따른 보정계수로 식(5.6-1.i)에 따른다.

$m(z)$: 높이 z 에서 단위높이당질량 (kg/m)

D : 건축구조물의 대표깊이 (m)

$\mu(z)$: 건축구조물의 진동모드로 식(5.6-2c)에 따라 산정한다.

R_T : 비틀림진동의 공진계수

n_T : 비틀림진동의 1차고유진동수 (Hz)

B : 건축구조물의 대표폭 (m)

D : 건축구조물의 깊이 (m)

L : B 와 D 중 큰 값 (m)

F_T : 비틀림모멘트의 스펙트럼계수 (그림 5.10-2)

ζ_T : 비틀림진동의 1차감쇠비

V_H : 설계풍속 (m/s) (5.5.1에 따른다.)

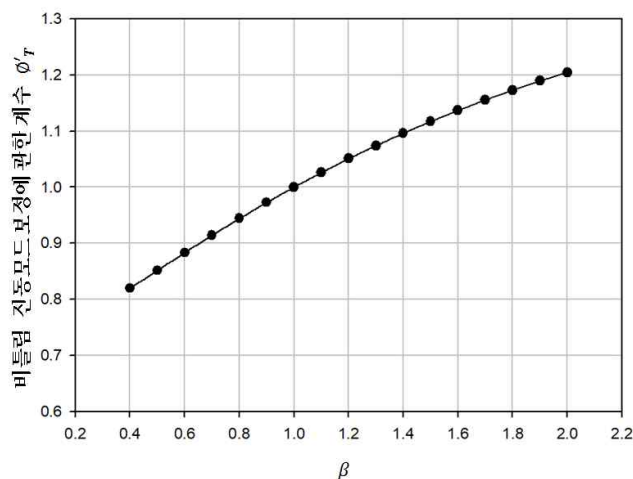
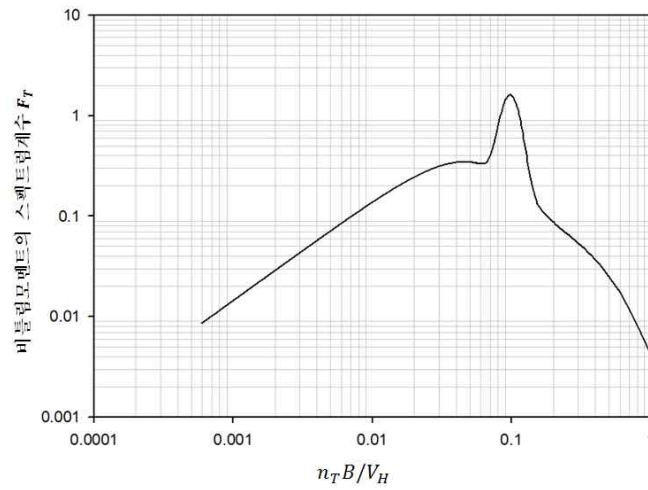
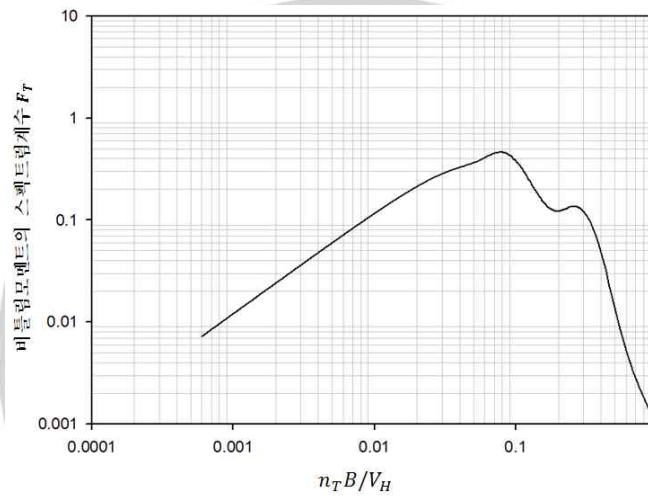


그림 5.10-1 비틀림 진동모드 보정에 관한 계수 ϕ'_T



(a) $D/B=0.5$



(b) $D/B=1.0$

그림 5.10-2 비틀림모멘트의 스펙트럼계수 F_T

5.11 와류진동 풍하중

(1) 이 절은 세장한 건축구조물이나 부재에 발생하는 풍직각방향의 와류진동에 의한 풍하중을 산정할 때 적용하며, 원형평면인 건축구조물 및 원형단면인 부재를 대상으로 한다.

① 원형평면인 건축구조물의 와류진동 풍하중

지상높이 z 에서 와류진동에 의한 풍하중 $W_r(z)$ 는 식(5.11-1)에 따라 산정한다.

$$W_r(z) = 0.8\rho V_r^2 C_r \frac{z}{H} A \text{ (N)} \quad (5.11-1)$$

단, V_r 은 공진풍속(m/s)이며, 식(5.11-2)에 따라 산정한다.

$$V_r = 5 n_L D_m \text{ (m/s)} \quad (5.11-2)$$

여기서, ρ : 공기밀도로 1.225 (kg/m³)으로 함

C_r : 공진 시 풍력계수로 표5.11-1에 따른다.

z : 지표면으로부터의 높이 (m)

H : 건축구조물의 기준높이 (m) (5.1.2(6)에 따른다)

A : 지상높이 z 에서 풍향에 수직한 면에 투영된 건축구조물의 면적 (m²)

n_L : 풍직각방향의 1차고유진동수 (Hz)

D_m : 높이 $2H/3$ 에서의 바깥지름 (m)

표 5.11-1 공진 시 풍력계수 C_r

$V_r D_m$	$\rho_s \sqrt{\zeta_L} < 0.5$	$\rho_s \sqrt{\zeta_L} \geq 0.5$
$V_r D_m < 3$	$\frac{1.3}{\sqrt{\zeta_L}} + \frac{1.5\rho}{\zeta_L \rho_s}$	$\frac{1.7}{\sqrt{\zeta_L}}$
$3 \leq V_r D_m < 6$	직선보간	직선보간
$6 \leq V_r D_m$	$\frac{0.53}{\sqrt{\zeta_L}} + \frac{0.16\rho}{\zeta_L \rho_s}$	$\frac{0.57}{\sqrt{\zeta_L}}$

주] ζ_L : 풍직각방향진동의 1차감쇠비

ρ_s : 건축구조물의 밀도 (kg/m³)= $M/(H D_m D_B)$

M : 건축구조물 지상부 총질량 (kg/m³)

D_B : 건축구조물 밀면의 바깥지름 (m)

② 원형단면인 부재의 와류진동 풍하중

원형단면을 가진 부재로 식(5.11-3)의 조건에 해당할 경우에는

$$\frac{L}{D} \geq 15 \text{ 또한 } \frac{V_H}{n_L D} \geq 4.2 \quad (5.11-3)$$

와류진동에 의한 풍하중 W_r 을 식(5.11-4)에 따라 산정한다.

$$W_r = (2\pi n_L)^2 \sin\left(\frac{\pi x}{L}\right) \frac{M}{L} \frac{0.26 V_r^*}{0.75 S_C^{1.1} + 0.36 V_r^*} A \text{ (N)} \quad (5.11-4)$$

단, W_r 은 부재 단부로부터 거리 x (m)에서 와류진동에 의한 풍하중(N), V_r^* 은 무차원 공진풍속, S_C 는 질량감쇠변수로, 각각 식(5.11-5), 식(5.11-6)에 따라 산정한다.

$$V_r^* = 5 + \frac{3}{S_C} \quad (5.11-5)$$

$$S_C = \frac{4\pi \zeta_L M}{\rho D^2 L} \quad (5.11-6)$$

여기서, L : 부재길이 (m)

D : 부재의 바깥지름 (m)

V_H : 부재 평균높이 H (m)에서의 설계풍속 (m/s) (5.5-1에 따른다)

n_L : 풍직각방향의 1차고유진동수 (Hz)

x : 부재 단부로부터의 거리 (m)

M : 부재의 총질량 (kg)

A : 부재단부에서 거리 x (m)에 있어서 대표면적(m²)

ζ_L : 부재의 횡진동 1차감쇠비

ρ : 공기밀도로 1.225 (kg/m³)으로 한다.

5.12 건축구조물 부속물 및 기타 구조물의 풍하중

(1) 이 절은 밀폐형 독립벽체, 독립간판, 옥상구조물, 옥상설치물과 부착간판, 파라펫, 래티스탑상형구조물, 기타 구조물(개방형 간판, 래티스구조물, 굴뚝, 탱크)에 대한 풍하중을 산정할 때 적용하며, 다음의 모든 조건을 만족하여야 한다.

① 건축구조물의 형상은 정형적이어야 한다.

② 건축구조물은 풍직각방향풍하중, 와류방출, 공기력불안정진동 등을 유발하는 응답 특성을 나타내지 않아야 한다.

③ 건축구조물은 풍상측의 장애물에 의해 발생하는 골바람효과나 버피팅을 받는 곳에 위치하지 않아야 한다.

5.12.1 밀폐형독립벽체 및 밀폐형독립간판

(1) 밀폐형독립벽체, 밀폐형독립간판 및 밀폐형교통표지판에 대한 풍방향풍하중 W_D 는 식 (5.12-1)에 따라 산정한다.

$$W_D = q_z G_D C_D A \quad (N) \quad (5.12-1)$$

여기서, q_z : 지표면으로부터 높이 z 에서의 속도압으로, 식(5.5-1)에서 H 를 z 로 교체한 값 (N/m²)
으로 합력점의 높이, 중요도계수 $I_w(T)$ 는 1.0을 사용한다.

G_D : 풍방향가스트영향계수 (5.6.1에 따른다)

C_D : 풍력계수(표 5.7-8에 따른다)

A : 독립벽체 또는 독립간판의 총면적 (m²)

5.12.2 옥상건축구조물 및 옥상설치물

- (1) 지붕면 평균높이 20 m 이하인 건물의 옥상건축구조물 및 옥상설치물의 수평풍하중 W_H 는 식(5.12-2)에 따라 산정한다.

$$W_H = q_H(GC_r)A \text{ (N)} \quad (5.12-2)$$

여기서, q_H : 옥상건축구조물 또는 설치물의 평균높이 H 에 대한 설계속도압 (N/m^2) (5.5에 따른다)

GC_r : A 가 $0.1BH$ 이하인 옥상건축구조물과 설비에 대해서는 1.9이다. GC_r 은 A 값이 $0.1BH$ 에서 BH 까지 증가하면 1.9에서 1.0까지 선형적으로 줄일 수 있다.

A : 옥상건축구조물과 설치물의 풍향에 대한 수직 수압면적 (m^2)

- (2) 지붕면 평균높이 20 m 이하인 건물의 옥상건축구조물 및 옥상설치물의 수직풍하중 W_V 는 식(5.12-3)에 따라 산정한다.

$$W_V = q_H(GC_r)A_H \text{ (N)} \quad (5.12-3)$$

여기서, q_H : 옥상건축구조물 또는 설치물의 평균높이 H 에 대한 설계속도압(N/m^2) (5.5에 따른다)

GC_r : A_H 가 $0.1BD$ 이하인 옥상구조물과 설치물에 대해서는 1.5이다. GC_r 은 A_H 값이 $0.1BD$ 에서 BD 까지 증가하면 1.5에서 1.0까지 선형적으로 줄일 수 있다.

A_H : 옥상건축구조물과 설치물의 풍향에 대한 수평수압면적 (m^2)

- (3) 지붕면 평균높이가 20 m를 초과하는 건축구조물의 옥상건축구조물 및 옥상설치물의 주골조는 5.2(주골조설계용 수평풍하중)에 따라 산정하고, 외장재는 5.4(외장재설계용 풍하중)에 따라 산정한다.

5.12.3 부착간판

- (1) 간판의 평면이 벽면의 평면에 평행하게 접촉되어 있고, 간판이 벽체의 측단부와 상단부 밖으로 돌출하지 않는 건축구조물의 벽체에 부착된 간판의 풍방향풍하중은 5.4(외장재설계용 풍하중)의 산정 절차를 따른다. 이때 피크내압계수 GC_{pi} 는 0, $k_z=1.0$, H 는 부착간판의 평균높이로 한다.

5.12.4 파라펫

- (1) 평탄한 지붕 또는 경사지붕을 가진 강체건축구조물 및 유연건축구조물 주골조의 파라펫에 작용하는 풍방향풍하중 W_D 는 식(5.12-4)에 따라 산정한다.

$$W_D = q_P(GC_{pn})A_P \text{ (N)} \quad (5.12-4)$$

여기서, q_P : 파라펫 최상단 높이에서의 설계속도압 (N/m^2) (5.5에 따른다)

GC_{pn} : 순압력계수로 풍상측 파라펫은 1.5, 풍하측 파라펫은 -1.0

A_P : 풍향에 수직인 파라펫의 수압면적 (m^2)

5.12.5 래티스형탑상건축구조물

(1) 래티스형탑상건축구조물의 풍방향풍하중 W_D 는 식(5.12-5)에 따라 산정한다.

$$W_D = q_z G_D C_D A_F \text{ (N)} \quad (5.12-5)$$

여기서, q_z : 지표면으로부터 높이 z 에서의 속도압으로, 식(5.5-1)에서 H 를 z 로 교체한 값 (N/m^2)

G_D : 풍방향가스트영향계수 (5.6.3에 따른다.)

C_D : 풍력계수 (표 5.7-9에 따른다.)

A_F : 지표면으로부터 높이 z 에서 래티스형탑상구조물의 1구면 투영면적 (m^2)

5.12.6 기타건축구조물

(1) 기타건축구조물(개방형간판과 래티스건축구조물, 굴뚝, 탱크, 펜스)에 대한 풍방향풍하중 W_D 는 식(5.12-6)에 따라 구한다.

$$W_D = q_h G_D C_D A \text{ (N)} \quad (5.12-6)$$

여기서, q_h : 면적 A 의 중심높이 h 에서의 설계속도압 (N/m^2) (5.5에 따른다)

G_D : 풍방향가스트영향계수 (5.6.1에 따른다)

C_D : 풍력계수 (표 5.7-10~표 5.7-13에 따른다)

A : 풍향에 수직인 수압면적 (m^2)

5.12.7 설계용 최소풍하중

(1) 기타구조물(개방형간판, 래티스구조물, 굴뚝, 탱크)에 대한 설계용 최소풍하중은 $650 N/m^2 \times A$ 이상이어야 한다. 여기서, A 는 유효수압면적이다.

5.13 풍하중의 조합

(1) 이 절은 주골조설계용 수평풍하중 및 지붕풍하중의 조합에 관하여 정한 것이다.

① 밀폐형건축구조물인 경우에만 풍하중의 조합을 고려한다.

② 직사각형 평면을 가진 건축구조물로서 식(5.1-1)의 조건을 만족하지 않는 경우 ($H/\sqrt{BD} < 3$)에는 5.13.1에 따라 풍방향과 풍직각방향의 조합을 고려하고, 식(5.1-1)의 조건을 만족하는 경우($H/\sqrt{BD} \geq 3$)에는 5.13.2에 따라 수평풍하중의 조합을 고려한다.

③ 수평 풍하중과 지붕 풍하중에 관해서는 5.13.3에 따라 조합을 고려한다.

5.13.1 저층 및 중층건축구조물의 수평풍하중 조합

(1) $H/\sqrt{BD} < 3$ 로 식(5.1-1)의 조건을 만족하지 않는 저층 및 중층건축구조물의 경우에는 5.2에서 산정한 풍방향풍하중에 식(5.13-1)에 따라 구한 하중을 풍직각방향풍하중으로 동시에 작용시킨다.

$$W_{LC} = \gamma W_D \text{ (N)} \quad (5.13-1)$$

$$\text{단, } \gamma = 0.35 \frac{D}{B} \text{ 또한 } 0.2 \text{ 이상}$$

여기서, W_{LC} : 풍직각방향조합하중 (N)

W_D : 풍방향하중 (N) (5.2에 따른다)

B : 건축구조물의 대표폭 (m)

D : 건축구조물의 깊이 (m)

5.13.2 고층 및 유연건축구조물의 수평풍하중 조합

(1) $H/\sqrt{BD} \geq 3$ 로 식(5.1-1)의 조건을 만족하는 고층 및 유연건축구조물의 경우에는 표 5.13-1에 나타난 3종류의 조합하중을 고려한다.

표 5.13-1 수평풍하중의 조합하중

조합조건	풍방향 조합하중	풍직각방향 조합하중	비틀림 조합하중
1	W_D	$0.4 W_L$	$0.4 W_T$
2	$W_D \left(0.4 + \frac{0.6}{G_D} \right)$	W_L	κW_T
3	$W_D \left(0.4 + \frac{0.6}{G_D} \right)$	κW_L	W_T

주] 1) W_D : 밀폐형건축구조물의 풍방향풍하중으로 식(5.2-2)에 따라 산정한다.

2) W_L : 밀폐형건축구조물의 풍직각방향풍하중으로 식(5.9-1)에 따라 산정한다.

3) W_T : 밀폐형건축구조물의 비틀림 풍하중으로 식(5.10-1)에 따라 산정한다.

4) G_D : 풍방향가스트영향계수

표 5.13-2 표 5.13-1의 κ 값

D/B	$n_1 B / V_H$	κ
≤ 0.5	0.1	0.55
	0.2	0.65
	0.6	0.80
1	0.1	0.55
	0.3	0.55
	0.6	0.65
≥ 2	—	0.55

주: 1) n_1 : 풍직각방향과 비틀림1차고유진동수 n_L 과 n_T 가운데 작은 값 (Hz)

2) D/B 및 $n_1 B / V_H$ 의 중간값은 직선보간하여 사용한다.

5.13.3 수평풍하중과 지붕풍하중의 조합

- (1) 5.13.1 또는 5.13.2로 조합을 고려한 수평풍하중에 5.3에서 산정한 지붕풍하중을 동시에 작용시킨다.

5.14 사용성 검토

- (1) 이 절에서의 사용성 검토는 사용성한계상태설계를 대상으로 한다.

5.14.1 적용범위

- (1) 이 절은 다음 사항을 평가할 때 적용한다.
- ① 직사각형 평면 및 입면형상을 가진 일반적인 건축구조물의 풍방향최대수평변위와 최대 응답가속도에 대한 사용성을 검토할 때
 - ② 5.9.1(적용범위)를 만족하는 건축구조물의 풍직각방향최대수평변위와 최대응답가속도에 대한 사용성을 검토할 때

5.14.2 사용성 평가기준

- (1) 수평변위
- ① 건축구조물의 기능과 사용성을 확보하기 위하여 재현기간 50년 풍속으로 발생하는 풍방향 및 풍직각방향 최대수평변위로 인하여 건축구조물의 구조체 및 비구조체(비구조벽체, 칸막이벽, 외장재)가 손상을 입지 않도록 해야 한다.
 - ② 사용성을 검토하기 위한 풍방향수평변위는 식(5.14-2)에 따라 산정하고, 풍직각방향수평변위는 식(5.14-3)에 따라 산정한다.
- (2) 응답가속도
- ① 재현기간 1년 풍속의 바람이 작용하여 건축구조물의 최상층에서 발생하는 풍방향진동 및 풍직각방향진동 최대응답가속도로 인하여 거주자가 불쾌감을 느끼거나 짐무나 행동하는

데 지장을 초래하지 않도록 해야한다.

- ② 사용성을 검토하기 위한 풍방향응답가속도는 식(5.14-6)에 따라 산정하고, 풍직각방향응답가속도는 식(5.14-7)에 따라 산정한다.

5.14.3 수평변위 및 응답가속도의 산정

(1) 수평변위

① 설계풍속

사용성에 대한 최대수평변위를 산정할 경우에는 식(5.14-1)의 재현기간 50년 설계풍속 $V_H(50)$ 을 사용한다.

$$V_H(50) = 0.8 V_0 K_{zr} K_{zt} \quad (5.14-1)$$

여기서, V_0 : 기본풍속 (m/s) (5.5.2에 따른다)

K_{zr} : 풍속고도분포계수로 지붕면 평균높이 H 에서의 값 (5.5.4에 따른다)

K_{zt} : 지형계수(5.5-5에 따른다)

② 풍방향수평변위

밀폐형 및 일부개방형 건축구조물의 최상층높이에서의 풍방향최대수평변위 $X_{D,max}$ 및 임의 높이 z 에서의 수평변위 $X_D(z)$ 는 각각 식(5.14-2.a), 식(5.14-2.b)에 따라 산정한다.

$$X_{D,max} = \frac{C_D q_H B H}{(2\pi n_D)^2 M^*} \left(\frac{1}{2\alpha + 2} + \frac{1.5 g_D I_z \sqrt{B_D + \lambda^2 R_D}}{\alpha + 2} \right) \quad (m) \quad (5.14-2.a)$$

$$X_D(z) = X_{D,max} \mu(z) \quad (m) \quad (5.14-2.b)$$

$$\text{단, } C_D = 1.2 \left(\frac{z}{H} \right)^{2\alpha}$$

$$g_D = \sqrt{2 \ln(600 n_D) + 1.2}$$

여기서, C_D : 평균풍력계수

q_H : 속도압 (N/m^2)으로 식(5.5-1)에 따라 산정한다. 단, 설계풍속 V_H 는 식 (5.14-1)을 사용한다.

B : 건축구조물의 풍방향대표폭 (m)

H : 건축구조물의 기준높이 (m) (5.1.2(6)에 따른다.)

n_D : 건축구조물의 풍방향진동의 1차고유진동수 (Hz)

M^* : 풍방향1차진동일반화질량 (kg)으로 식(5.6-1.g)에 따라 산정한다.

α : 고도분포지수 (5.5.3에 따른다)

g_D : 풍방향피크팩터

I_z : 풍속의 난류강도로 식(5.5-3.a)에 따라 산정한다.

B_D : 풍방향비공진계수 (5.6.2에 따른다)

R_D : 풍방향공진계수 (5.6.2에 따른다)

z : 지표면으로부터의 높이 (m)

λ : 일반화변동풍력의 진동모드 차이에 따른 보정계수로 식(5.6-1.i)에 따른다.

$\mu(z)$: 건축구조물의 진동모드형상

③ 풍직각방향수평변위

5.9.1(적용범위)를 만족하는 직사각형 평면인 건축구조물의 최상층높이에서의 풍직각방향 최대수평변위 $Y_{L,max}$ 및 임의높이 z 에서의 수평변위 $Y_L(z)$ 는 각각 식(5.14-3.a), 식(5.14-3.b)에 따라 산정한다.

$$Y_{L,max} = \frac{g_L C_{M,L}' q_H B H}{(2\pi n_L)^2 M_L^*} \sqrt{1 + \lambda^2 R_L} \text{ (m)} \quad (5.14-3.a)$$

$$Y_L(z) = Y_{L,max} \mu(z) \quad (5.14-3.b)$$

단, $g_L = \sqrt{2 \ln(600 n_L) + 1.2}$

여기서, g_L : 풍직각방향피크팩터

$C_{M,L}'$: 풍직각방향변동전도모멘트계수로 식(5.9-1.a)에 따른다.

q_H : 속도압(N/m²)으로 식(5.5-1)에 따라 산정한다. 단, 설계풍속 V_H 는 식(5.14-1)을 사용한다.

H : 건축구조물의 기준높이 (m) (5.1-2(6)에 따른다)

B : 건축구조물의 대표폭 (m)

n_L : 풍직각방향1차고유진동수 (Hz)

M_L^* : 풍직각방향1차진동일반화질량 (kg)으로 식(5.9-1.c)에 따라 산정한다.

λ : 일반화변동풍력의 진동모드 차이에 따른 모드보정계수로 식(5.6-1.i)에 따른다.

R_L : 풍직각방향 공진계수로 식(5.9-1.d)에 따라 산정한다.

$\mu(z)$: 건축구조물의 진동모드형상

④ 비틀림각변위

5.10.1(적용범위)를 만족하는 직사각형 평면인 건축구조물의 최상층높이에서의 비틀림에 의한 최대각변위 θ_{max} 및 임의높이 z 에서의 각변위 $\theta(z)$ 는 각각 식(5.14-4.a), 식(5.14-4.b)에 따라 산정한다.

$$\theta_{max} = \frac{0.6 g_T C_T' q_H B^2 H}{(2\pi n_T)^2 I_T^*} \sqrt{1 + \lambda^2 R_T} \text{ (rad)} \quad (5.14-4.a)$$

$$\theta(z) = \theta_{max} \mu(z) \quad (5.14-4.b)$$

$$\text{단, } g_T = \sqrt{2 \ln (600 n_T) + 1.2}$$

여기서, g_T : 비틀림모멘트피크팩터

C_T' : 변동비틀림모멘트계수로 식(5.10-1.a)에 따른다.

q_H : 속도압 (N/m^2)으로 식(5.5-1)에 따라 산정한다. 단, 설계풍속 V_H 는 식(5.14-1)을 사용한다.

B : 건축구조물의 대표폭 (m)

H : 건축구조물의 기준높이 (m) (5.1.2.(6)에 따른다.)

n_T : 비틀림1차고유진동수 (Hz)

I_T^* : 비틀림진동일반화관성모멘트 (kgm^2)로 식(5.10-1.c)에 따라 산정한다.

λ : 일반화변동풍력의 진동모드 차이에 따른 모드보정계수로 식(5.6-1.i)에 따른다.

R_T : 비틀림모멘트공진계수로 식(5.10-1.e)에 따라 산정한다.

$\mu(z)$: 건축구조물의 진동모드형상

(2) 응답가속도

① 설계풍속

사용성 검토를 위한 응답가속도를 산정할 경우에는 식(5.14-5)의 재현기간 1년 설계풍속 $V_H(1)$ 을 사용한다.

$$V_H(1) = V(1)K_{zr}K_{zt} = 0.5 V_0 K_{zr} K_{zt} \quad (5.14-5)$$

여기서, $V(1)$: 재현기간 1년 풍속 (m/s)

V_0 : 기본풍속 (m/s) (5.5.2에 따른다.)

K_{zr} : 풍속고도분포계수로 지붕면 평균높이 H 에서의 값 (5.5.4에 따른다)

K_{zt} : 지형계수 (5.5.5에 따른다)

단, 건설지점 부근의 풍관측자료에 의해 $V(1)$ 을 산정하고자 할 때에는 공인된 극치통계해석법을 사용하고, 자료의 길이, 측정오차, 평가시간, 풍속계높이, 풍속계 주변의 지표면상태 등을 고려해야하며, 풍속자료는 지표면조도구분 C 인 지상 10 m에서 10분간 평균풍속값으로 균질화해야 한다.

② 풍방향응답가속도

건축구조물 최상층에서의 풍방향최대응답가속도 $a_{D,\max}$ 및 임의높이 z 에서의 응답가속도 $a_D(z)$ 는 각각 식(5.14-6.a), 식(5.14-6.b)에 따라 산정한다.

$$a_{D,\max} = \frac{1.5 g_D C_D q_H B H I_z \lambda \sqrt{R_D}}{M^*(\alpha + 2)} (\text{m/s}^2) \quad (5.14-6.a)$$

$$a_D(z) = a_{D,\max} \mu(z) \quad (5.14-6.b)$$

$$\text{단, } g_D = \sqrt{2 \ln (600 n_D) + 1.2}$$

$$C_D = 1.2 \left(\frac{z}{H} \right)^{2\alpha}$$

여기서, g_D : 풍방향피크팩터

C_D : 평균풍력계수

q_H : 속도압 (N/m^2)으로 식(5.5-1)에 따라 산정한다. 단, 설계풍속 V_H 는 식(5.14-5)를 사용한다.

B : 건축구조물의 풍방향대표폭 (m)

H : 건축구조물의 기준높이 (m) (5.1.2.(6)에 따른다.)

I_z : 풍속의 난류강도로 식(5.5-3.a)에 따라 산정한다.

λ : 일반화변동풍력의 진동모드 차이에 따른 모드보정계수로 식(5.6-1.i)에 따른다

R_D : 풍방향공진계수 (5.6.2에 따른다)

M_L^* : 풍방향1차진동일반화질량 (kg)로 식(5.6-2.b)에 따라 산정한다.

α : 고도분포지수로 표5.5-3에 따른다.

$\mu(z)$: 건축구조물의 풍방향진동모드형상

③ 풍직각방응답가속도

5.9.1(적용범위)를 만족하는 직사각형평면인 건축구조물의 최상층에서 풍직각방향최대응답가속도 $a_{L,\max}$ 및 임의높이 z 에서의 응답가속도 $a_L(z)$ 는 각각 식(5.14-7.a), 식(5.14-7.b)에 따라 산정한다.

$$a_{L,\max} = \frac{g_L C_{M,L}' q_H B H \lambda}{M_L^*} \sqrt{R_L} (\text{m/s}^2) \quad (5.14-7.a)$$

$$a_L(z) = a_{L,\max} \mu(z) \quad (5.14-7.b)$$

단, $g_L = \sqrt{2 \ln(600n_L) + 1.2}$

여기서, g_L : 풍직각방향피크팩터

q_H : 속도압 (N/m^2)으로 식(5.5.4)에 따라 산정한다. 단, 설계풍속 V_H 는 식(5.14.5)를 사용한다.

$C_{M,L}'$: 풍직각방향변동전도모멘트계수로 식(5.9-1.a)에 따라 산정한다.

H : 건축구조물의 기준높이 (m) (5.1.2(6)에 따른다.)

B : 건축구조물의 대표폭 (m)

M_L^* : 풍직각방향1차진동일반화질량 (kg)으로 (식(5.9-1.c)에 따라 산정한다

R_L : 풍직각방향공진계수로 식(5.9-1.d)에 따라 산정한다.

n_L : 풍직각방향진동의 1차고유진동수 (Hz)

λ : 일반화변동풍력의 진동모드 차이에 따른 모드보정계수로 식(5.6-1.i)에 따른다.

$\mu(z)$: 건축구조물의 진동모드형상

④ 비틀림응답각가속도

5.10.1(적용범위)를 만족하는 직사각형평면인 건축구조물의 최상층에서 비틀림에 의한 최대응답각가속도 $a_{T,\max}$ 및 임의높이 z 에서의 응답각가속도 $a_T(z)$ 는 각각 식(5.14-8.a), 식(5.14-8.b)에 따라 산정한다.

$$a_{T,\max} = \frac{0.6 g_T C_T' q_H B^2 H \lambda}{\bar{I}_T^*} \sqrt{R_T} \text{ (rad/s}^2\text{)} \quad (5.14-8.a)$$

$$a_T(z) = a_{T,\max} \mu(z) \quad (5.14-8.b)$$

$$\text{단, } g_T = \sqrt{2 \ln(600 n_T) + 1.2}$$

여기서, g_T : 비틀림모멘트피크팩터

C_T' : 변동비틀림모멘트계수로 식(5.10-1.a)에 따른다.

q_H : 속도압(N/m²)으로 식(5.5-4)에 따라 산정한다. 단, 설계풍속 V_H 는 식(5.14-5)를 사용한다.

B : 건축구조물의 대표폭 (m)

H : 건축구조물의 기준높이 (m) (5.1.2.(6)에 따른다.)

n_T : 비틀림1차고유진동수 (Hz)

$\bar{I}_T^*$: 비틀림진동일반화관성모멘트 (kgm²)로 식(5.10-1.c)에 따라 산정한다.

λ : 일반화변동풍력의 진동모드 차이에 따른 모드보정계수로 식(5.6-1.i)에 따른다

R_T : 비틀림모멘트공진계수로 식(5.10-1.e)에 따라 산정한다.

$\mu(z)$: 건축구조물의 진동모드형상($=\frac{z}{H}$)

5.15 간편법에 따른 풍하중

5.15.1 적용범위

(1) 이 절은 다음의 모든 조건을 만족하는 작은 규모의 저층 건축구조물을 대상으로 간편한 풍하중을 산정할 때 적용한다.

① $H \leq 20 \text{ m}$

② $H/\sqrt{BD} \leq 1.0$ 또는 $H/\sqrt{A_f} \leq 1.0$

③ $0.5H \leq B \leq 30 \text{ m}$

④ $\theta < 10^\circ$

⑤ 형상이 정형적이고, 단면은 대칭에 가까워야 한다.

여기서, H : 건축구조물의 기준높이 (m) (5.1.2(6)에 따른다)

B : 건축구조물의 대표폭 (m)
 D : 건축구조물의 깊이 (m)
 A_f : 건축구조물의 기준층 바닥면적 (m²)
 θ : 지붕경사각 (°)

5.15.2 주골조설계용 풍하중

(1) 주골조설계용 수평풍하중 W_{SF} 는 식(5.15-1)에 따라 산정한다.

$$W_{SF} = 0.25 V_0^2 H^{0.44} C_e C_f A \text{ (N)} \quad (5.15-1)$$

여기서, V_0 : 기본풍속 (m/s) (5.5.2에 따른다).

H : 건축구조물의 기준높이 (m) (5.1.2(6)에 따른다)

C_e : 건설지 주변의 지표면 상황에 따라 정하는 환경계수로 통상 1.0을 사용하고, 장애물 지형에 의해 풍속이 증가할 우려가 있는 경우에는 (5.5-3)식에 따라 구한 지형계수 K_{zt} 의 2승을 곱하여 풍하중을 할증한다. 이 없는 평탄지인 경우에는 1.5, 해안가인 경우에는 2.0으로 하고,

$C_f = C_{pe1} - C_{pe2}$: 풍력계수 (표 5.15-1에 따른다.)

A : 유효수압면적 (m²)

단, 주골조설계용 풍압(벽면에 수직으로 작용하는 외압)에 해당하는 W_{SF}/A 는 675 N/m²보다 작지 않아야 한다.

표 5.15-1 저층건축구조물설계용 외압계수 C_{pe}

대 상	구 분	풍상끝단으로부터의 수평거리	C_{pe}
풍상면 C_{pe1}	$H/\sqrt{BD} < 1$	-	0.6
풍하면 C_{pe2}	$D/B = 0 \sim 1$	-	-0.5
	$D/B \geq 2$	-	-0.3
측벽 C_{pes}	$H/\sqrt{BD} < 1$	0 ~ 0.5B	-0.8
		0.5B ~ 1.5B	-0.7
		1.5B ~ 2.5B	-0.3
		2.5B 이상	-0.2
지붕면 C_{per}	$H/\sqrt{BD} < 1$	0 ~ 0.5B	-1.0
		0.5B ~ 1.5B	-0.8
		1.5B ~ 2.5B	-0.3
		2.5B 이상	-0.2

주] H : 기준높이 (m)

B : 건축구조물의 폭, 풍직각방향수평길이 (m)

D : 건축구조물의 깊이, 풍방향수평길이 (m)

D/B 의 중간 값은 직선보간하여 사용한다.

5.15.3 주골조설계용 지붕풍하중

(1) 주골조설계용 지붕풍하중 W_{SFR} 은 식(5.15-2)에 따라 산정한다.

$$W_{SFR} = 0.25 V_0^2 H^{0.44} C_e C_R A_R \text{ (N)} \quad (5.15-2)$$

여기서, V_0 : 기본풍속 (m/s) (5.5.2에 따른다.)

H : 건축구조물의 기준높이 (m) (5.1.2(6)에 따른다.)

C_e : 건설지 주변의 지표면 상황에 따라 정하는 환경계수로 통상 1.0을 사용하고, 장애물이 없는 평탄지인 경우에는 1.5, 해안가인 경우에는 2.0으로 하고, 지형에 의해 풍속이 증가할 우려가 있는 경우에는 (5.5-3)식에 따라 구한 지형계수 K_{zt} 의 2승을 곱하여 풍하중을 할증한다.

$C_R = C_{per} - C_{pi}$: 풍력계수

C_{per} : 지붕면 외압계수 (표 5.15-1에 따른다.)

C_{pi} : 내압계수 (5.7.2에 따른다.)

A_R : 지붕보가 부담하는 부분의 유효수압면적 (m^2)

단, 주골조설계용 지붕풍압(지붕면에 수직으로 작용하는 외압과 내압의 합인 순합력)에 해당하는 W_{SFR}/A_R 은 675 N/m^2 보다 작지 않아야 한다.

5.15.4 외장재설계용 풍하중

(1) 외장재설계용 풍하중 W_{SC} 은 식(5.15-3)에 따라 산정한다.

$$W_{SC} = 0.12 V_0^2 H^{0.44} C_e \hat{C}_f A_C \text{ (N)} \quad (5.15-3)$$

여기서, V_0 : 기본풍속 (m/s) (5.5.2에 따른다.)

H : 건축구조물의 기준높이 (m) (5.1.2(4)에 따른다.)

C_e : 건설지 주변의 지표면 상황에 따라 정하는 환경계수로 통상 1.0을 사용하고, 장애물이 없는 평탄지인 경우에는 1.7, 해안가인 경우에는 2.2로 하고, 지형에 의해 풍속이 증가할 우려가 있는 경우에는 (5.5-3)식에 따라 구한 지형계수 K_{zt} 의 2승을 곱하여 풍하중을 할증한다

$\hat{C}_f = \hat{C}_{pe} - \hat{C}_{pi}$: 피크풍력계수

$\hat{C}_{pe}$: 외장재설계용 피크외압계수 (5.8.1에 따른다.)

$\hat{C}_{pi}$: 외장재설계용 피크내압계수 (5.8.2에 따른다.)

A_C : 외장재의 유효수압면적 (m^2)

단, 외장재설계용 풍압(외장재 표면에 수직으로 작용하는 외압과 내압의 합인 순합력)에 해당하는 W_{SC}/A_C 은 500 N/m^2 보다 작지 않아야 한다.

5.16 빌딩풍에 대한 풍환경의 검토

- (1) 아래의 조건에 해당하는 건축구조물을 신축할 경우에는 빌딩풍에 의한 영향을 검토해야 한다.
- ① 50층 이상 또는 200m 이상인 신축건축구조물을 건설할 경우
 - ② 16층 이상이면서 연면적(하나의 대지에 둘 이상의 건축구조물을 건축하는 경우에는 각각의 건축구조물의 연면적을 말한다)이 10만 제곱미터 이상일 경우
- (2) 풍환경 평가는 5.17(풍동실험) 중 풍환경실험을 실시하여 수행하고, 신축 건축구조물 장변 폭의 3배 이내에 속하는 주변의 인도 및 사람이 이용하는 외부공간을 대상으로 한다.
- (3) 풍환경 평가를 통해 주변의 인도 및 외부공간 이용자의 안전과 관련하여 설계자 및 감리자 등 건축관계자와 협력하여야 한다.

5.17 풍동실험

5.17.1 적용범위

- (1) 이 절은 건축구조물이 5.1.4(특별풍하중)의 조건에 해당되는 경우 적용한다.
- (2) 이 풍동실험법은 5.2(주골조설계용 수평풍하중), 5.3(주골조설계용 지붕풍하중), 5.4(외장재 설계용 풍하중), 5.9 (구조골조용 풍직각방향풍하중), 5.10 (구조골조용 비틀림풍하중), 5.11 (건축구조물 부속물 및 기타 구조물의 풍하중) 및 5.14(간편법에 따른 풍하중)을 대신하여 건축구조물에 대한 풍압, 풍하중 및 풍응답을 평가할 때 사용한다. 풍환경실험은 5.16(빌딩풍에 대한 풍환경의 검토)에 사용한다.

5.17.2 일반

- (1) 풍동실험에 따라 특별풍하중을 산정하여 건축구조물의 내풍설계를 할 경우에는 책임구조기술자의 책임아래 수행하되 다음 사항에 따른다.
- ① 풍동실험과 그 결과를 이용한 특별풍하중의 산정은 내풍공학전문가가 수행하여야 한다.
 - ② 풍동실험에 필요한 건축구조물의 동적특성 산정, 풍동실험결과의 분석, 풍동실험결과를 활용한 구조해석 및 부재설계를 통한 구조안전성의 확보를 위해 내풍공학전문가는 책임구조기술자에게 협력해야 한다.
 - ③ 대상건축구조물에 대한 풍동실험의 종류와 방법은 내풍공학전문가가 책임구조기술자와 협의하여 결정하여야 한다.

5.17.3 풍동실험 종류 및 실험조건

(1) 풍하중을 평가하기 위한 풍동실험의 종류에는 풍력실험, 풍압실험, 공기력진동실험, 풍환경 실험이 있고 다음의 목적을 위하여 수행한다.

- ① 풍력실험은 주골조설계용 풍응답 및 풍하중을 평가할 경우
- ② 풍압실험은 외장재설계용 풍하중 또는 주골조설계용 풍응답과 풍하중을 평가할 경우
- ③ 공기력진동실험은 주골조의 풍진동으로 인한 부가적인 공기력의 효과를 반영한 풍응답과 풍하중을 평가할 경우
- ④ 풍환경실험은 신축 건축구조물의 건설로 인하여 발생하는 빌딩풍에 의한 풍환경의 악화 상태를 평가할 경우

(2) 풍동실험을 수행 할 때는 다음 조건을 만족하여야 한다.

- ① 풍동 내의 평균풍속의 고도분포, 난류강도분포 및 변동풍속의 특성은 건축 현지의 자연대기 경계층 조건에 적합하도록 재현하여야 한다.
- ② 대상건축구조물을 포함하여 주변의 건축구조물 및 지형조건을 건축 현지조건에 적합하도록 재현하여야 한다.
- ③ 실험풍향은 11.25도 이하의 등간격으로 최소 32개 풍향 이상이 되도록 하여야 한다.
- ④ 풍동 내 대상건축구조물 및 주변 모형에 의한 단면 폐쇄율은 풍동의 실험단면에 대하여 8% 미만이 되도록 하여야 한다.
- ⑤ 풍동 내의 압력 분포는 일정하도록 하여야 한다.
- ⑥ 레이놀즈수에 의한 영향은 최소화하여 실험하여야 한다.
- ⑦ 풍동 측정기기의 응답특성은 요구하는 조건을 충족하여야 한다.

(3) 풍환경실험은 신축 건축구조물의 건설로 인하여 발생하는 빌딩풍에 의한 풍환경 영향을 평가하기 위하여 실시하며 다음 조건을 만족해야 한다.

- ① 주변 건축구조물 및 시가지역의 재현범위는 신축 건축구조물 높이의 2.5배로 한다.
- ② 풍환경 평가를 위한 풍속은 보행자 높이를 기준으로 하고, 신축 건축구조물의 건설 전과 건설 후에 발생하는 풍속비율을 사용한다.

5.17.4 동적응답

(1) 건축구조물의 동적응답을 결정하기 위한 실험을 실시할 경우에는 5.16.2(실험조건)을 만족

해야 하고, 구조모델과 관련 해석을 수행할 경우에는 질량분포, 강성, 감쇠를 고려해야 한다.

5.17.5 풍동실험에 따른 풍하중의 제한

- (1) 풍동실험결과로부터 평가한 주골조설계용 수평풍하중은 풍방향 및 풍직각방향에 대해서 각각 전체 주하중이 5.2(주골조설계용 수평풍하중), 5.9(주골조설계용 풍직각방향풍하중)의 절차에 따라 산정한 값의 80 % 이하가 되지 않도록 하여야 한다. 여기서 전체 주하중이란 유연건축구조물인 경우에는 전도모멘트, 기타 건축구조물은 밀면전단력이다.
- (2) 풍동실험결과로부터 평가한 외장재설계용 풍압은 5.4(외장재설계용 풍하중)의 절차에 따라 벽의 경우에는 ④영역, 지붕의 경우에는 ①영역에서 산정한 풍압의 80 % 이하가 되지 않도록 하여야 한다.
- (3) 풍동실험을 위해 재현한 상세 주변 모형의 범위 안에 대상건축구조물에 특별한 영향을 미칠 건축구조물이나 장애물이 없는 경우에는 위 (1), (2)에서 규정한 80 %의 제한값을 적용하지 않고 풍동실험에서 얻어진 풍하중과 풍압을 사용할 수 있다.

5.18 바람의 작용시간

- (1) 바람의 작용시간에 대해서는 피로평가 대상부재의 사용기간 및 유지보수 사이클을 고려하여 설정한다.
주골조부재 및 외장재, 면진부재, 제진부재에 대해 풍외력에 대한 피로를 검토할 필요가 있을 경우에는 건설지점에 있어서 풍속과 그 작용시간을 적절하게 설정하여 그 작용시간 내에 누적하는 피로손상에 대한 안전성을 확인해야 한다.

5.19 성능기반 내풍설계

(1) 적용범위

다음의 각 항에 해당하는 경우에는 성능기반내풍설계를 적용할 수 있다.

- ① 풍동실험을 수행하여 강풍으로 발생하는 건축구조물의 진동 및 변위에 대한 사용성과 풍하중에 대한 구조안전성에 대해 다양한 목표성능수준을 만족하도록 건축구조물을 설계하고자 하는 경우
- ② 5.1.4(특별풍하중)의 (1) 풍진동의 영향을 고려해야 할 건축구조물에 해당하는 경우
- ③ 구조안전성에 대해서 바람에 의한 건축구조물의 손상이후 중력하중에 대하여 저항능력을 유지한다는 전제 하에 연성거동(ductile behavior)을 하도록 설계된 부재들에 대해서 저사이클 피로파괴(low cycle fatigue failure)를 방지할 수 있는 제한적인 비탄성거동을 허용하는 건축구조물인 경우

(2) 하중의 모델화 및 구조해석

건축구조물의 부재에 발생하는 힘과 변형 등으로 평가되는 하중효과는 산정된 하중에 근거하여 적절한 구조해석을 수행함으로써 구할 수 있다. 풍하중은 풍동실험을 수행하여 구한 시

간이력풍하중 또는 강풍으로 발생하는 건축구조물의 진동을 포함하는 동적하중효과에 대응하는 정적풍하중인 등가정적풍하중으로 평가해야 한다.

(3) 응답해석 및 내풍설계 구조성능 단계별 목표성능수준

- ① 풍동실험자료를 사용하여 스펙트럼모드해석법 또는 시간이력응답해석법을 통하여 건축구조물의 수평진동 가속도와 수평진동 변위에 대한 사용성과 풍하중에 대한 구조안전성을 평가한다.
- ② 각 방향의 풍하중은 동시에 작용하므로 풍방향, 풍직각방향, 비틀림방향에 대해 하중 상호간의 상관에 근거하여 하중조합방법을 제시해야 한다.
- ③ 건축구조물의 평면 및 입면 비정형성이 커서 연성진동(coupled vibration) 또는 고차모드를 고려해야 할 경우에는 ①의 사용성 및 구조안전성평가 및 ②의 하중조합을 위해 시간이력응답해석법을 적용하여야 한다.
- ④ 제한적인 비탄성거동을 허용하는 건축구조물의 설계에는 비탄성시간이력응답해석으로 건축구조물에 대한 해석과 검증을 수행해야 한다. 건축구조물의 연성진동 및 고차모드를 고려하지 않아도 되는 정형인 건축물의 경우와 시간이력풍하중 데이터를 이용하여 동적하중효과까지 반영된 등가정적풍하중을 구하였을 경우에는 비탄성정적해석을 사용할 수 있지만 저사이클 피로파괴(low cycle fatigue failure)에 대한 검토는 별도로 하여야 한다.
- ⑤ 성능기반 내풍설계의 각 성능항목별 목표성능수준은 표 5.19-1의 최소목표성능수준을 만족해야 한다.

표 5.19-1 성능항목별 최소목표성능수준

성능항목	수평진동 사용성	수평변위 사용성	구조 안전성
풍속 재현기간	1년	50년	500년, 900년
목표성능수준	· 탄성거동 · 거주자 불쾌감 방지	· 탄성거동 · 기능수행	· 제한적 비탄성 거동 · 지속거주 (제한적 기능장애)

(4) 비탄성 거동을 고려한 풍하중

건축구조물의 제한적인 비탄성 거동의 허용을 위해 탄성 설계 풍하중을 줄여서 설계할 경우, 준정적 하중인 풍하중의 평균성분과 비공진성분의 풍하중은 그대로 두고, 공진성분의 풍하중에 대해서만 반응수정계수를 적용하여 풍하중을 저감시킬 수 있다. 풍하중의 긴 작용시간과 저사이클 피로파괴 등을 고려하여 반응수정계수는 2.0 이하의 값을 적용하여야 한다.

(5) 시간이력 풍하중 데이터 산정

시간이력해석은 구조축방향별 최대하중영향을 고려하여 최소 2개 풍향 이상에 대하여 풍동 실험으로 구한 시간이력 풍하중 데이터를 사용하여 수행되어야 한다. 여기서 하중영향이란 유연건축물의 경우에는 전도모멘트, 기타 건축물은 밀면 전단력이다. 풍동실험에서 구한 풍

향별 시간이력 풍하중 데이터는 구조축방향별 수평하중 성분과 비틀림 하중의 성분으로 구성되며, 시간이력 풍하중 데이터로 대상 건축물의 풍하중 영향을 적정하게 평가할 수 있어야 한다. 시간이력해석에 사용되는 시간이력 풍하중 데이터의 경우, 시간이력 풍하중 데이터를 사용하여 산정한 구조물의 탄성 풍하중의 값이 5.2(주골조설계용 수평풍하중), 5.9(주골조설계용 풍직각방향풍하중)의 절차에 따라 산정한 값의 80% 미만인 경우에 80% 이상이 되도록 시간이력 풍하중 데이터의 하중의 크기를 조정하여야 한다. 단 추가적인 풍동실험을 통해 주변건물의 차폐효과가 아닌 건축구조물 자체의 공기역학적 특성(aerodynamic characteristics)에 의해 풍하중이 저감되는 것을 입증할 수 있을 경우에는 위의 80%의 제한을 50%까지 완화하여 적용할 수 있다. 시간이력 풍하중 데이터의 하중의 크기를 조정하는 경우에는 구조축방향별 수평하중 성분과 비틀림 하중 성분에 동일한 배율을 적용하여야 한다.

(6) 성능기반 내풍설계의 책임 및 검증

성능기반 내풍설계를 수행할 때는 그 절차와 근거를 명확히 제시해야 하며, 전반적인 설계과정 및 결과는 설계자를 제외한 성능기반 내풍설계 결과를 검증할 수 있는 능력을 갖춘 2인 이상의 구조전문가에게 타당성을 검증받아야 한다.

KDS 41 12 00 : 2022
건축물 설계하중

2022년 10월 11일 개정

소관부서 국토교통부 건축안전과

관련단체 대한건축학회
06687 서울특별시 서초구 효령로 87(방배동 917-9)
Tel : 02-525-1841 E-mail : webmaster@aik.or.kr
<http://www.aik.or.kr/>

작성기관 대한건축학회
06687 서울특별시 서초구 효령로 87(방배동 917-9)
Tel : 02-525-1841 E-mail : webmaster@aik.or.kr
<http://www.aik.or.kr/>

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
<http://www.kcsc.re.kr>